



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

VALORES DE REFERÊNCIA RADIOGRÁFICOS PARA A SILHUETA CARDÍACA EM
ÁGUIA-DE-BONELLI (*Aquila fasciata*)

ANA FILIPA SILVA LOPES

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António José de Almeida Ferreira

Doutora Maria de São José Sousa
Deyrieux Centeno

Dr. Fernando González González

ORIENTADOR

Dr. Fernando González González

CO-ORIENTADOR

Doutora Sandra de Oliveira Tavares de
Sousa Jesus

2015

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

VALORES DE REFERÊNCIA RADIOGRÁFICOS PARA A SILHUETA CARDÍACA EM
ÁGUIA-DE-BONELLI (*Aquila fasciata*)

ANA FILIPA SILVA LOPES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor António José de Almeida Ferreira

Doutora Maria de São José Sousa
Deyrieux Centeno

Dr. Fernando González González

ORIENTADOR

Dr. Fernando González González

CO-ORIENTADOR

Doutora Sandra de Oliveira Tavares de
Sousa Jesus

2015

LISBOA

Agradecimentos

Ao Dr. Fernando González por ter partilhado comigo os seus conhecimentos e a sua vasta experiência na clínica de animais selvagens, de forma tão generosa e entusiástica.

À Prof. Doutora Sandra Jesus pela disponibilidade e pela preciosa contribuição para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Telmo Nunes pelo seu apoio imprescindível no tratamento dos dados, sempre com muita paciência e boa disposição.

À Dra. Irene e à Dra. Laura pelo prazer com que ensinam os incontáveis estudantes que passam pelo GREFA, com muita paciência e amizade – são para mim um exemplo a seguir. Ao Nacho pelos ensinamentos. Ao David, “responsáveis de enfermaria” e estagiários/voluntários, por terem tornado a minha experiência no GREFA inesquecível.

À Dra. Manuela, Dra. Inês, Verónica e restante equipa e voluntários do LxCRAS, onde adquiri a paixão pela clínica de animais silvestres e me preparei para os estágios, e, sobretudo, onde ganhei a reconfortante certeza de que queria ser médica-veterinária.

À Dra. Grant e à Dra. Gardner pela transmissão de conhecimentos e pela generosidade com que me acolheram no SFWC. À Dr.Schneider, Dr.Romo, Freida e restantes técnicas veterinárias pelos ensinamentos práticos diários e pela experiência única.

À Lília, Susana, Filipa e Catarina, a quem devo tantas e tão boas recordações da minha passagem por esta faculdade.

Às minhas amigas pelo apoio constante e por me “desencaminharem” da vida académica de forma tão recompensadora.

Aos meus amigos que são também a minha família, em especial aos que para além da amizade de toda a vida mostraram interesse em ajudar-me neste trabalho.

Ao Gonçalo por tudo, sempre.

A toda a minha família, pelo carinho e orgulho que sempre senti. Ao Rasga, por ter sido o meu mais fiel amigo. Ao meu avô, de quem dizem ser parecida, por ser esse o maior elogio que me podem fazer. Aos meus pais que sempre me apoiaram incondicionalmente e a quem devo a oportunidade de todas as experiências que obtive ao longo deste curso, destes estágios e de toda a vida.

VALORES DE REFERÊNCIA RADIOGRÁFICOS PARA A SILHUETA CARDÍACA EM ÁGUIA-DE-BONELLI (*Aquila fasciata*)

Resumo:

A radiografia assume-se como o mais importante meio complementar de diagnóstico disponível na clínica de animais selvagens para a avaliação das dimensões do coração. Considerando que a grande variedade de aves existente na fauna ibérica é acompanhada por uma escassez de estudos, na área clínica, que lhe digam respeito, torna-se pertinente a abordagem à interpretação da silhueta cardíaca em águia-de-Bonelli (*Aquila fasciata*), espécie protegida por diversos programas de conservação a nível nacional e europeu, nomeadamente o projecto LIFE Bonelli.

O principal objectivo deste estudo consiste na determinação de valores de referência para a silhueta cardíaca na imagem radiográfica de águias-de-Bonelli. Para tal, foram utilizadas radiografias, em projecção ventrodorsal, de vinte exemplares da espécie clinicamente saudáveis. Nestas radiografias foram mensuradas as larguras da silhueta cardíaca, do esterno, do tórax, do coracóide e da silhueta hepática. O rácio entre a largura da silhueta cardíaca e as restantes estruturas anatómicas foi calculado.

Os resultados do presente estudo evidenciam que a largura da silhueta cardíaca deve constituir entre 81 a 93% da largura esternal, entre 48 a 57% da largura torácica e entre 506 a 673% da largura do coracóide. A largura da silhueta cardíaca correlacionou-se fortemente com as larguras esternal e torácica e moderadamente com a largura do coracóide. Não se verificou correlação com a largura da silhueta hepática.

A largura do esterno e a largura do tórax apresentam-se como as variáveis que deverão ser preferencialmente utilizadas para comparação com a largura da silhueta cardíaca. Considera-se válida a utilização dos valores obtidos neste estudo, enquanto referência para o normal tamanho do coração de águias-de-Bonelli em radiografias.

Palavras-chave: Águia-de-Bonelli, *Aquila fasciata*, ave, radiografia, coração, medição do coração, valores de referência, silhueta cardíaca

RADIOGRAPHIC REFERENCE VALUES FOR THE CARDIAC SILHOUETTE IN BONELLI'S EAGLE (*Aquila fasciata*)

Abstract:

Radiographs are the most important diagnostic tools available in wildlife practice hospitals to evaluate the size of the avian heart. Despite of the great variability of birds in Iberian wildlife, there is a lack of clinical studies addressing these species. This is the reason why is so relevant the approach to the cardiac silhouette interpretation in Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*), a species that is protect by national and European conservation programs, including LIFE Bonelli.

The main purpose of this study was to establish reference values for cardiac size in Bonelli's eagle. Radiographs in ventrodorsal projection of twenty healthy birds were included in this study and width of the cardiac silhouette, sternum, thorax, coracoid and hepatic silhouette were measured. The ratio between cardiac width and other mentioned indices was calculated.

The results show that cardiac silhouette width should occupy 81 to 93% of sternal width, 48 to 57% of thoracic width and 506 to 673% of coracoid width. Width of cardiac silhouette was strongly correlated with sternal and thoracic widths. There was a moderate correlation between width of the heart and width of the coracoid. There was no significant correlation between cardiac silhouette width and hepatic silhouette width.

It is possible to conclude that sternal and thoracic width should be preferentially used when evaluating the width of the cardiac silhouette. The values obtained in this study can be used as a reference of normal cardiac size of Bonelli's eagle in radiology.

Key-words: Bonelli's eagle, *Aquila fasciata*, avian, heart, radiograph, cardiac measurements, reference values, cardiac silhouette

VALORES DE REFERENCIA RADIOGRÁFICOS PARA LA SILUETA CARDÍACA EN EL ÁGUILA AZOR-PERDICERA (*Aquila fasciata*)

Resumen:

La radiografía es el exámen complementario de diagnóstico más comúnmente disponible en un hospital de fauna salvaje, para evaluar las dimensiones del corazón. En el presente trabajo se pretende abordar la interpretación de la silhueta cardíaca en el águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*), especie protegida por diversos programas de conservación nacionales y europeos.

El objetivo principal de este estudio es determinar valores de referencia para la silueta cardíaca en la imagen radiográfica del águilas-azor perdicera. Para ello, se han utilizado radiografías, en la proyección ventrodorsal, de veinte ejemplares clínicamente sanos. En estas radiografías han sido valoradas la anchuras de la silueta cardíaca, del esternón, del tórax, del coracóides y de la silueta hepática. Se calculó el ratio entre la anchura de la silueta cardíaca y las demás estructuras anatómicas.

Los resultados obtenidos muestran que la anchura de la silheta cardíaca debe estar entre 81 a 93% de la anchura esternal, entre 48 a 57% de la anchura torácica y entre 506 a 673% de la anchura del coracóides. La anchura de la silueta cardíaca tiene fuerte correlación con las anchuras esternal y torácica. La correlación con la achura del coracóides ha sido moderada. No hubo correlación con la anchura de la silueta hepática.

La anchura del esternón y del tórax son las variables que deben ser utilizadas preferentemente para la comparación con la anchura de la silhueta cardíaca. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados como referencia del tamaño normal de la silhueta cardíaca en radiografías del águila-azor perdicera.

Palabras-llave: Águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*), corazón, radiografía, mediciones cardíacas, valores de referencia, silueta cardíaca.

Índice geral

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Resumen	iv
Índice geral	v
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos.....	vii
Índice de tabelas.....	vii
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DE ESTÁGIO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1. Medicina da conservação	7
3.2. Águia-de-Bonelli	8
3.2.1. Ecologia e caracterização da espécie.....	8
3.2.2. Distribuição mundial e em especial na Península Ibérica	11
3.2.3. Estatuto e planos de conservação e protecção legal	12
3.2.4. Principais ameaças.....	12
3.2.5. Medidas de conservação	13
3.2.6. Vida e reprodução em cativeiro	15
3.3. Anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular em aves.....	16
3.4. Radiologia	18
3.4.1. Preparação do exame radiográfico	19
3.4.2. Contenção do animal.....	19
3.4.3. Posicionamento do animal.....	21
3.4.3.1. Projecção ventrodorsal	21
3.4.3.2. Projecção laterolateral	22
3.4.4. Técnica radiográfica	23
3.4.5. Interpretação da imagem radiográfica.....	23
3.4.5.1. Condicionantes	24
3.4.5.2. Silhueta visceral central	24
3.4.5.3. Silhueta cardíaca	25
3.4.5.3.1. Alterações na silhueta cardíaca	26
3.4.5.3.2. Valores de referência da silhueta cardíaca	26
3.5. Exame clínico do sistema cardiovascular	30

3.5.1. Outros meios de diagnóstico.....	31
4. OBJECTIVOS DO ESTUDO	33
5. MATERIAIS E MÉTODOS	34
5.1. Caracterização da amostra	34
5.2. Equipamento radiográfico	36
5.3. Procedimento radiográfico	36
5.4. Procedimento de medição	38
5.5. Análise estatística	39
6. RESULTADOS	40
7. DISCUSSÃO.....	45
7.1. Escolha dos materiais e métodos	45
7.1.1. Selecção e caracterização da amostra	45
7.1.2. Selecção das estruturas anatómicas para medição	45
7.1.3. Metodologia de avaliação dos intervalos de referência	47
7.2. Interpretação dos resultados.....	48
7.3. Limitações do estudo.....	52
7.3.1. Associadas à amostra.....	52
7.3.2. Associadas ao procedimento radiográfico.....	54
7.3.3. Associadas ao procedimento de medição.....	55
8. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	56
9. BIBLIOGRAFIA.....	58
10. ANEXOS	67

Índice de figuras

Figura 1 – Exemplar adulto de águia-de-Bonelli nas instalações do GREFA.....	9
Figura 2 – Cria nascida através do programa de reprodução em cativeiro.....	9
Figura 3 – Representação esquemática do posicionamento de uma ave para obtenção das projecções VD e LL. Fonte: Coles, 2007.....	21
Figura 4 – Radiografia em projecção VD de bítio-de-cauda-vermelha (adaptado de Silverman & Tell, 2010).....	25
Figura 5 – Casal reprodutor de águia-de-Bonelli nas instalações destinadas ao programa de reprodução em cativeiro do GREFA.....	34
Figura 6 – Posicionamento em decúbito dorsal de juvenil de águia-de-Bonelli para a realização do procedimento radiográfico na projecção VD. A contenção do animal é feita com a utilização de capuz e fita adesiva radiotransparente.	37

Figura 7 – Radiografia em projecção VD de um dos exemplares de águia-de-Bonelli, exemplificando os pontos de medição usados no presente estudo.....	38
--	-----------

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Animais admitidos (%) por classe taxonómica durante o período de estágio.....	3
Gráfico 2 – Causas de admissão (%) dos animais recebidos durante o período de estágio..	4
Gráfico 3 – Animais autóctones e não autóctones admitidos durante o período de estágio, por classe taxonómica.	6
Gráfico 4 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura esternal, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.	42
Gráfico 5 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura torácica, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.....	43
Gráfico 6 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.	43
Gráfico 7 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura da silhueta hepática, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.....	44

Índice de tabelas

Tabela 1 – Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura ou comprimento da silhueta cardíaca e outras estruturas anatómicas, nas projecções ventrodorsal (VD) ou laterolateral (LL), descritos na literatura para várias espécies de aves.....	28
Tabela 2 – Caracterização da amostra consoante o género e a idade dos indivíduos.....	34
Tabela 3 – Valores médios, máximos e mínimos das variáveis massa corporal, frequência cardíaca e frequência respiratória, para machos, fêmeas e totalidade dos indivíduos, obtidos imediatamente antes do procedimento radiográfico.	36
Tabela 4 – Medições obtidas para a avaliação radiográfica da silhueta cardíaca em vinte exemplares de águia-de-Bonelli, na projecção VD.....	40
Tabela 5 – Intervalos de referência para os rácios calculados entre a largura da silhueta cardíaca e a largura das outras referências anatómicas, com base nas medições efectuadas na imagem radiográfica, em projecção VD, de vinte águias-de-Bonelli.	41
Tabela 6 - Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e as larguras do tórax e do coracóide, no plano ventrodorsal (VD), descrito na literatura para várias espécies de aves e incluindo os resultados do presente estudo.....	50

Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

%	Porcentagem
®	Marca registada
μ	Média
Bpm	Batimentos por minuto
CE	Comprimento do esterno
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagem Ameaçadas de Extinção
Cm	Centímetro
Cpm	Ciclos por minuto
DCl _a	Distância entre Clavículas
DCos	Distância entre a 3ª e 4ª costelas
ECG	Electrocardiograma
EN	Endangered /Ameaçada
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
G	grama
GREFA	Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctone y su Hábitat
IC 90%	Intervalo de confiança de 90%
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e Florestas
IECAs	Inibidores da enzima de conversão da angiotensina
IUCN	International Union for Conservation of Nature
kV	Quilovolts
LC	Least Concern / Pouco preocupante
LCo	Largura do coracóide
LE	Largura do esterno
LL	Laterolateral
LS	Largura do sinsacro
LSC / CE	Rácio entre o comprimento da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno
LSC / DCl _a	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre clavículas
LSC / DCos	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a distância entre a 3ª e 4ª costelas
LSC / LCo	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide
LSC / LE	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do esterno
LSC / LS	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do sinsacro

LSC / LSH	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura da silhueta hepática
LSC / LT	Rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax
LSC	Largura da silhueta cardíaca
LSH	Largura da silhueta hepática
LT	Largura do tórax
mA	Miliampères
Mm	Milímetro
mmHG	Milímetros de mercúrio
mSv	Milisievert
N	Dimensão da amostra
NT	Near Threatened / Quase ameaçada
R	Coefficiente de correlação Pearson
SFWC	South Florida Wildlife Center
VD	Ventrodorsal

1. INTRODUÇÃO

A águia-de-Bonelli (*Aquila fasciata*) é uma das espécies da fauna autóctone da Península Ibérica protegidas pelo Projecto LIFE, instrumento financeiro e científico da União Europeia para a conservação da natureza, biodiversidade e ambiente. Entre 2006 e 2011, decorreu o projecto “Conservação de Populações Arborícolas de Águia-de-Bonelli em Portugal” (Centro de Estudos da Avifauna Ibérica [CEAI], 2011). Já em regiões espanholas foram executados oito projectos, de cujos esforços resulta o actual plano para a recuperação integral da população de águia-de-Bonelli em Espanha (Life Bonelli, 2012). A protecção da espécie na Península Ibérica é determinante e deve ser feita mediante a contenção das ameaças que lhe causam elevada mortalidade e baixa produtividade. Os centros de recuperação assumem um papel fundamental na preservação da espécie, quer pelos cuidados clínicos fornecidos a cada exemplar, quer pelo estabelecimento de programas de reprodução em cativeiro ou outros de carácter científico. Estes últimos permitem aprofundar o conhecimento sobre a fisiologia e o comportamento da espécie. Os centros de recuperação proporcionam ainda acções de sensibilização e educação ambiental.

Uma das ferramentas mais valiosas na prática clínica da medicina de animais selvagens é a radiologia. Considerando que algumas das principais causas de admissão de *Aquila fasciata* em centros de recuperação incluem a electrocussão e a perseguição directa, torna-se evidente a utilidade da radiologia, não só para a avaliação de fracturas e para a detecção de projecteis de arma de fogo, mas também para a apreciação dos órgãos internos. Neste sentido, e ainda que a radiologia seja abundante e globalmente utilizada nos hospitais de fauna selvagem, escasseiam valores de referência nesta área que apoiem o diagnóstico clínico quanto ao aspecto e dimensão dos órgãos internos. Em geral, o conhecimento de valores de referência confere ao médico-veterinário uma melhor compreensão do estado hígido do animal, permitindo-lhe participar nos processos de reabilitação e libertação (Balbotín & Ferrer, 2002). O objectivo do presente trabalho é a determinação de valores de referência radiográficos para a largura da silhueta cardíaca, na espécie águia-de-Bonelli. Deste modo, pretende-se contribuir para a construção de conhecimento de carácter médico que diga respeito às grandes águias europeias, como é a ave de rapina em causa.

Estudos análogos ao aqui apresentado encontram-se já realizados para algumas espécies, servindo de preciosos instrumentos de aprendizagem para a construção desta dissertação. Um destes, com o intuito de padronizar a metodologia utilizada na mensuração da silhueta cardíaca, analisou três espécies, coruja-do-Leste (*Megascops asio*), bútio-de-cauda-vermelha (*Buteo jamaicensis*) e ganso-do-Canadá (*Branta canadensis*) (Hanley, Murray, Torrey & Pokras, 1997). Já Straub, Pees e Krautwald-Junghanns (2002) mediram a silhueta

cardíaca em psitacídeos, como o papagaio-africano (*Psittacus erithacus*), o papagaio-do-Senegal (*Poicephalus senegalus*) e o papagaio-amazónico (*Amazona amazonica*), enquanto Barbon, Smith e Forbes (2010) avaliaram radiograficamente a silhueta cardíaca de quatro espécies de falconiformes, como sejam o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), a águia-de-Harris (*Parabuteo unicinctus*), o falcão-sacre (*Falco cherrug*) e o lanário (*Falco biarmicus*). Os limites de referência para o falcão-peregrino foram novamente alvo de publicação por Lumeij, Shaik e Ali (2011). Também em 2011, a silhueta cardíaca e outros órgãos internos de arara-azul (*Cyanopsitta spixii*) foram mensurados por Rettmer, Deb, Watson, Hatt e Hammer. Muito recentemente, Velayati, Mirshahi, Razmyar e Azizzadeh (2015) publicaram os limites de referência radiográficos da silhueta cardíaca de periquito-comum (*Melopsittacus undulatus*).

O presente trabalho inicia-se com uma descrição sumária das actividades desenvolvidas no estágio curricular. Após uma breve introdução ao conceito de Medicina da Conservação é incorporada uma revisão bibliográfica sobre a águia-de-Bonelli, na qual se inclui a caracterização ecológica e epidemiológica da espécie e das ameaças que esta enfrenta, bem como os meios de protecção legal e as medidas de conservação vigentes. Alguns apontamentos sobre a anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular são expostos com o intuito de facilitar a compreensão de algumas particularidades existentes em aves. Os procedimentos, técnicas e limitações radiográficas são abordados, bem como as alterações e os valores de referência descritos para a silhueta cardíaca. De forma complementar, outras técnicas diagnósticas são sumariamente mencionadas.

A segunda parte desta dissertação descreve os materiais e métodos usados, com vista à obtenção dos resultados, que são expostos em seguida. A discussão pretende esmiuçar os resultados encontrados, comparando-os com os de outros estudos e analisando as limitações enfrentadas. Por fim, são apresentadas as conclusões e perspectivas futuras.

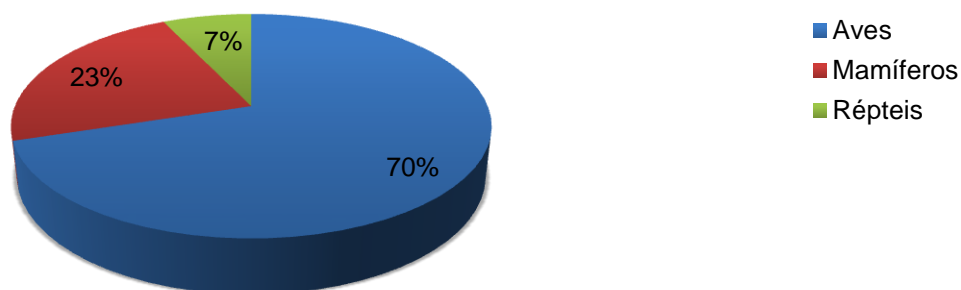
2. DESCRIÇÃO DAS ACTIVIDADES DE ESTÁGIO

A presente dissertação de mestrado encontra-se integrada no estágio curricular, cuja natureza é a Clínica dos Animais Selvagens. Este estágio foi desenvolvido sob orientação do Dr. Fernando González González, no hospital de fauna selvagem do GREFA (*Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctone y su Hábitat*), localizado na comunidade de Madrid, em Espanha. Realizou-se de 6 de Julho a 5 de Outubro, com um dia de descanso semanal. O horário praticado foi dependente da carga de trabalho existente em cada dia. O período de estágio desenrolou-se na época de maior entrada de animais – esta forte sazonalidade é explicada pelo fluxo dos animais migratórios e pela abundância em crias e juvenis – possibilitando à aluna o contacto com uma vasta casuística. Foi cumprido um total de cerca de 720 horas.

Durante o espaço temporal já mencionado ingressaram 1322 animais, dos quais aproximadamente 70% encontravam-se na fase de cria ou juvenil. Machos e fêmeas entraram em valores semelhantes. Porém, mais de 80% dos animais não foram categorizados de acordo com o género, uma vez que nem sempre a observação do animal e o exame físico permitiram essa distinção.

A grande maioria dos 1322 animais recebidos durante o período de estágio foram aves (n=927) de várias famílias. Aproximadamente um quarto dos animais admitidos pertenceu à classe dos mamíferos (n=301), enquanto os restantes foram répteis (n=94), sobretudo quelónios. A proporção dos animais de cada uma das referidas classes que foram admitidos no GREFA nesse período encontra-se ilustrada no gráfico 1.

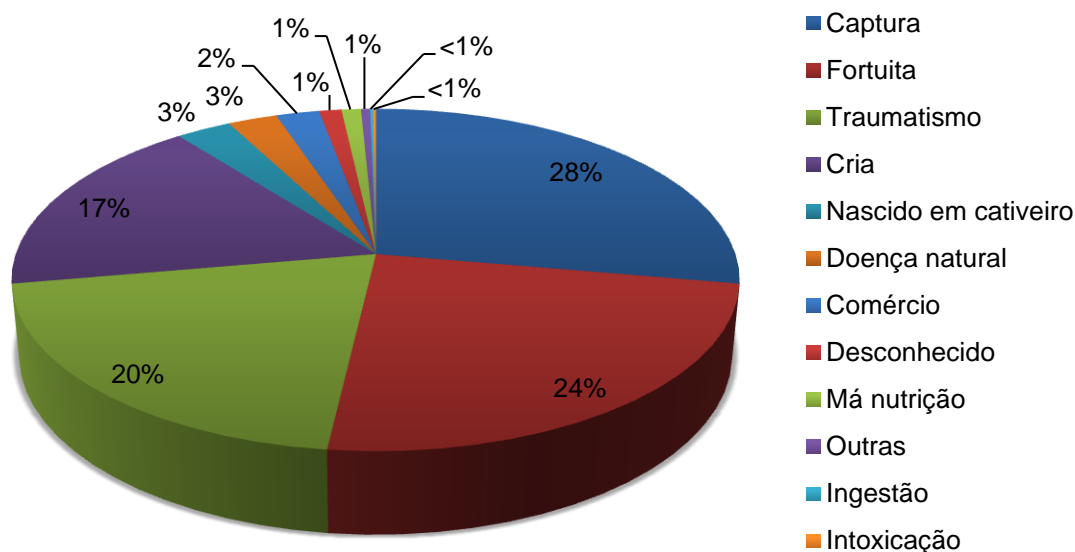
Gráfico 1 – Animais admitidos (%) por classe taxonómica durante o período de estágio.



As causas de admissão mais frequentes foram situações de captura do animal (n=362), fortuitas (n=314) ou de traumatismo (n=266). Vários foram ainda os animais que ingressaram apenas por se encontrarem numa fase muito precoce da sua vida (n=225). A

relação percentual de todas as causas de admissão consideradas é representada pelo gráfico 2.

Gráfico 2 – Causas de admissão (%) dos animais recebidos durante o período de estágio.



A grande maioria do tempo de estágio desenrolou-se no espaço do hospital, em duas principais actividades: admissão hospitalar e seguimento dos casos clínicos. A primeira tarefa permitiu o desenvolvimento de um raciocínio de triagem, através da avaliação das circunstâncias inerentes à captura do animal, seguindo-se um exame físico metodológico e minucioso. Este determina a realização de meios diagnósticos complementares, bem como o plano terapêutico a instituir ou, ainda, a eutanásia. Por outro lado, o acompanhamento dos casos clínicos incluiu a participação em cirurgias, na função de ajudante de cirurgião ou de anestesista, e a realização de pequenos procedimentos como suturas ou reparação de carapaças. Incluiu, também, a realização de radiografias, com ou sem a utilização de anestesia volátil, e a participação em ecografias e endoscopias. Com maior frequência, incluiu a colheita de sangue, a limpeza e assepsia de feridas, a realização de pensos e bandagens, a administração de fluidoterapia, medicamentos e/ou alimentação forçada, e a preparação da dieta específica de cada animal e da sua instalação.

A realização das actividades curriculares durante os meses de Verão coincidiu com a época de revisão pós-reprodutiva dos indivíduos mantidos para reprodução em cativeiro nas instalações do GREFA. A revisão de cada animal incluiu o exame físico, com avaliação da condição corporal e estado do bico e das garras. A medição das frequências cardíaca e respiratória e da temperatura foi executada, bem como a recolha de sangue para análise hematológica, bioquímica e, eventualmente, microbiológica. Por fim, foi realizado o exame radiográfico do corpo inteiro do animal, em projecção ventrodorsal. As espécies analisadas

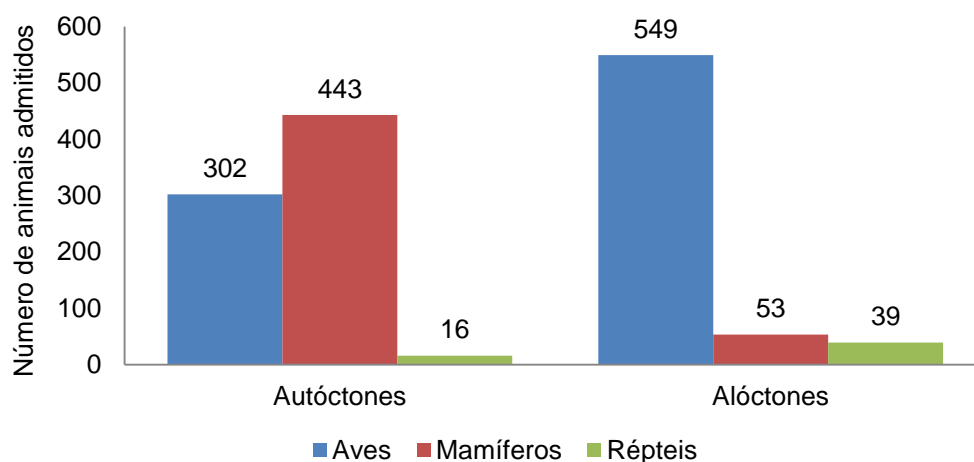
foram a águia-de-Bonelli, a águia-real (*Aquila chrysaetos*) e o abutre-preto (*Aegypius monachus*).

Em qualquer das funções anteriores, a estagiária pôde praticar a contenção dos animais e apreciar as suas atitudes e reacções, contribuir para o pensamento clínico e ecológico, sendo a filosofia do hospital a partilha de conhecimentos e experiências entre os veterinários e os seus alunos, em todos os sentidos. O hospital de fauna selvagem possui ainda o seu próprio laboratório, permitindo a aprendizagem e a prática das metodologias utilizadas para a realização de exames hematológicos, bioquímicos e coprológicos. Por outro lado, a incorporação pontual na equipa de necropsias permitiu obter maior experiência nesta área e seguir alguns casos clínicos de maior interesse.

O GREFA, tratando-se de um dos mais relevantes centros de recuperação de fauna selvagem e uma referência na Europa, dispõe de uma equipa multidisciplinar de grande experiência, que abarca vários projectos simultaneamente. Como tal, o estágio concedeu a oportunidade de contacto com as diferentes áreas que constituem o centro e que complementam o hospital com vista à conservação da fauna autóctone, sendo as actividades que as compõem apresentadas à estagiária, por exemplo, no programa de recuperação de crias órfãs ou no programa de reprodução de cágados europeus *Emys orbicularis*. Em outros casos, a estagiária participou mais activamente, seja no departamento de reabilitação e libertação, no programa de reprodução em cativeiro e, sobretudo, na equipa de resgate.

Um segundo estágio foi realizado entre 5 de Janeiro e 28 de Fevereiro de 2015 no *South Florida Wildlife Center* (SFWC), localizado no estado da Florida, na cidade de Fort Lauderdale. Actua em parceria com a *The Humane Society of the United States*, sendo um dos maiores centros de recuperação da fauna autóctone de todo o país. No entanto, e ao contrário do GREFA, este hospital recebe espécies exóticas, incluindo animais de companhia que tenta direccionar para adopção. Desta forma, o número de animais admitidos no centro aumenta exponencialmente, o que favoreceu a estagiária, não só pelo grande volume de trabalho mais uma vez enfrentado, mas também por adquirir formação prática na clínica de animais exóticos. Durante o período em causa ingressaram 1402 animais, dos quais aproximadamente 40% foram aves alóctones, a grande maioria da espécie *Cairina moschata*, vulgo pato-mudo. Os animais autóctones foram representados sobretudo por mamíferos (30% dos animais ingressados), em especial guaxinins (*Procyon lotor*). As aves nativas constituíram cerca de 20% da totalidade dos animais ingressados, enquanto os répteis nativos apenas 1%. O gráfico 3 exhibe o número de animais admitidos, distinguindo classes taxonómicas e autoctonia.

Gráfico 3 – Animais autóctones e alóctones admitidos durante o período de estágio, por classe taxonómica.



O horário do estágio foi elaborado de modo a que a aluna conhecesse as suas funções para cada dia e experienciasse diversas actividades do centro. A totalidade do estágio compreendeu aproximadamente 380 horas, distribuídas por 50 horas semanais.

Uma das principais tarefas foi a triagem dos animais admitidos no centro, com a avaliação do estado físico e a abordagem inicial ao plano de diagnóstico e à eventual terapêutica a instituir. O acompanhamento dos casos clínicos permitiu adquirir maior experiência nos procedimentos anestésico, radiográfico e cirúrgico, na medicação por diversas vias e na monitorização da evolução do quadro clínico. A aluna foi incluída no raciocínio médico de determinação do prognóstico de cada caso clínico.

Novamente, a aluna pôde participar em outras actividades desenroladas no centro, nomeadamente pela equipa de resgate ou pelas equipas de reabilitação e libertação.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Medicina da conservação

O contributo do médico-veterinário na investigação e actuação clínica em espécies da fauna selvagem e, em particular, em aves de rapina, tem sido tradicionalmente parco, sobretudo se comparado com o prestado em outros ramos da Medicina Veterinária (Cooper, 2002).

A falcoaria assume uma forte responsabilidade na evolução do conhecimento destas espécies com o desenvolvimento de instalações médicas e de investigação modernas (Samour, 2006). Paralelamente, o declínio populacional de algumas espécies de aves de rapina conduziu à criação e crescimento de centros de recuperação, que visam a libertação dos animais, bem como ao estabelecimento de programas de reprodução em cativeiro e de reintrodução (Cooper, 2002; Samour, 2006). O médico-veterinário tem assumido um papel cada vez mais activo em todas estas vertentes (Cooper, 2002; Samour, 2006). De facto, a necessidade de resposta em relação aos animais afectados por acidentes naturais ou por causas antropogénicas é crescente. Além disso, verificam-se ainda inúmeras lacunas no conhecimento básico destas aves selvagens, pelo que a medicina das aves de rapina revela-se uma das disciplinas da medicina aviária com maior evolução (Samour, 2006; Samour & Naldo, 2007).

Cada animal reabilitado e libertado assume um papel determinante no crescimento da sua população, até porque as aves de rapina são espécies de grande longevidade que produzem relativamente pouca descendência (Negro, Sarasola & Barclay, 2007). Ainda assim, em larga escala, o efeito da recuperação a nível do indivíduo pode ser diminuto, pelo que os centros de recuperação tendem a abarcar outras tarefas que possam contribuir para a conservação das espécies em diferentes frentes.

A saúde animal é um dos vértices, a par da saúde pública e da conservação dos ecossistemas, que, mediante as inter-relações estabelecidas entre estas três disciplinas, constitui o fundamento da Medicina da Conservação (Tabor, 2002). De facto, são vastas as interacções que se estabelecem entre a natureza, a sociedade humana e os agentes patogénicos (Soulé, 2002; Tabor, 2002). Desta forma, a perda de biodiversidade pode ser responsável pela interrupção de processos ecológicos, justificando a necessidade de se fazer cumprir uma abordagem interdisciplinar, como a Medicina da Conservação (Tabor, 2002). O seu principal objectivo inclui, então, alcançar a saúde ecológica ou, por extensão, a saúde dos ecossistemas e dos seus habitantes (Else & Pokras, 2002). A integração do conhecimento entre as disciplinas de saúde e ecologia confere à medicina da conservação uma perspectiva inclusiva e abrangente da avaliação do mundo e das soluções para os problemas que este enfrenta (Tabor, 2002; Brandão, 2007). A elaboração de trabalhos como

o aqui apresentado visa contribuir para a ampliação do espectro de conhecimento e partilha de informação das áreas referidas.

A existência de redes integradas de detecção e monitorização das doenças é um dos aspectos cruciais para o conhecimento das mesmas e dos seus efeitos e, consequentemente, das medidas de acção mais realistas e eficazes, em que os centros de recuperação podem incorporar a sua actividade (Brandão, 2007).

3.2. Águia-de-Bonelli

3.2.1. Ecologia e caracterização da espécie

A águia-de-Bonelli ou águia-perdigueira – *Aquila fasciata*, anteriormente designada *Hieraaetus fasciatus* – é uma ave de rapina diurna pertencente à ordem Accipitriforme e à família Accipitridae, residente em Portugal continental e muito discreta, cuja longevidade pode ultrapassar os 20 anos (Almeida et al., 2005; Palma, 2008; Ramonet, 2014).

Trata-se de uma ave de rapina de porte médio-grande, cujo comprimento do corpo varia entre 55 a 65 cm, enquanto a envergadura alar varia entre 145 a 165 cm (Svensson, Mullarney & Zetterström, 2009). Em geral, a massa corporal dos indivíduos está compreendida entre 1600 a 2400 gramas (Samour, 2006). Esta espécie apresenta um marcado dimorfismo sexual relativamente ao tamanho, sendo as fêmeas maiores que os machos (Ramonet, 2014), mesmo quando os exemplares são ainda bastante jovens (Palma et al., 2001). Esta discrepância está relacionada com a função de protecção dos ovos e das crias por parte da fêmea, enquanto os machos são caçadores ágeis (Ramonet, 2014). O dimorfismo sexual prevalece ainda que estejam em causa parâmetros que façam alterar a massa corporal, como sejam o rácio de crescimento, o grau de desidratação e as circunstâncias relativas à última refeição (Palma et al., 2001).

Os adultos apresentam o abdómen branco com manchas estreitas castanhas, uma mancha esbranquiçada interescapular e uma barra escura na ponta da cauda. Já os jovens exibem ventralmente um tom ocre avermelhado, atravessando várias mudas até ostentarem a coloração adulta, usualmente no quinto ano de vida (Svensson et al., 2009; Ontiveros, 2014; Vincent-Martin & Ponchon, 2013; Ramonet, 2014). Os indivíduos de águia-de-Bonelli que se encontrem no terceiro ou quarto ano de calendário são considerados sub-adultos, enquanto os que se encontrem a partir do quinto ano de calendário, inclusive, são adultos (García, Moreno-Opo & Tintó, 2013). Geralmente, nos três primeiros anos de vida, os jovens atravessam um período de dispersão, a fim de encontrarem um território onde se possam estabelecer e reproduzir (Ramonet, 2014), estando, porém, sujeitos a uma maior mortalidade (Real & Mañosa, 2001). Assim, a idade de recrutamento é, em regra, entre o

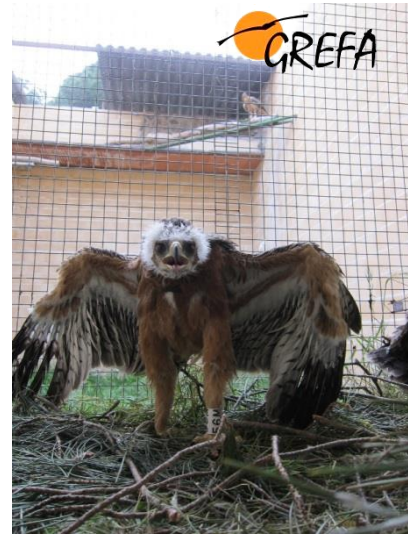
terceiro e o quarto ano de vida (Hernández-Matías et al., 2010), associando-se aos indivíduos menos experientes um menor sucesso reprodutivo (Ramonet, 2014).

A figura 1 ilustra um exemplar adulto, enquanto a figura 2 é relativa a uma cria de águia-de-Bonelli, ambos inseridos no programa de reprodução em cativeiro, desenvolvido nas instalações do GREFA.

Figura 1 – Exemplar adulto de águia-de-Bonelli nas instalações do GREFA.



Figura 2 – Cria nascida através do programa de reprodução em cativeiro.



A águia-de-Bonelli é uma espécie monogâmica e territorial (Ferguson-Lees & Christie, 2001). No entanto, face à perda de um membro do casal sucede-se quase imediatamente a sua substituição (Life Bonelli, 2013). O forte vínculo que une os pares preserva-se para lá da época de acasalamento, coincidindo as áreas vitais de ambos (Bosch, Real, Tintó, Zozaya & Castell, 2010; Pérez-García et al., 2012). Os rituais de acasalamento iniciam-se no Inverno e a postura ocorre em Janeiro ou Fevereiro, incluindo, em regra, dois ovos incubados pela fêmea por aproximadamente 40 dias (Ramonet, 2014). Neste sentido, são produzidas no máximo duas crias por ano (Soutullo, López-López & Urios, 2008). As crias são nidícolas, permanecendo com os progenitores até Agosto ou Setembro (Ramonet, 2014). Após esta fase, os adultos alargam o território até áreas de maior disponibilidade alimentar. De facto, a precocidade da postura e o êxito reprodutivo encontram-se directamente relacionados com a disponibilidade de alimento e a temperatura média anual, até porque se trata de uma das águias europeias cuja época de acasalamento acontece mais cedo no ano (Ontiveros & Pleguezuelos, 2003; Ramonet, 2014). Deste modo, a escassez de coelho-bravo e a simplificação do meio rural, com o abandono de pombais e de práticas tradicionais, influenciam negativamente a produtividade da ave de rapina nestas áreas (Carbonell &

Azcárate, 2006). Por outro lado, a disponibilidade de ninho em local adequado, o que inclui o afastamento à presença humana, bem como a sua orientação, são factores determinantes para a produtividade (Ontiveros & Pleguezuelos, 2003; Ramonet, 2014).

O habitat de nidificação das populações espanholas e das portuguesas que residem a norte do rio Tejo depende grandemente da existência de escarpas rochosas e de rios em vales encaixados (Muñoz, Real, Barbosa & Vargas, 2005; Fráguas, 1999¹ citado por Almeida et al., 2005). Os terrenos devem ser irregulares e possuir cobertura vegetal reduzida (López-López, García-Ripollés, Aguilar, García-López & Verdejo, 2006; Carrascal & Seoane, 2009; Martínez et al., 2013; Ramonet, 2014), proporcionando assim, quer a protecção do ninho, quer a detectabilidade das presas. Espaços de aproveitamento agro-pastoril, montados de azinho e matagais são os mais usados como território de caça (Fráguas, 1999¹ citado por Almeida et al., 2005; Real & Hernández-Matías, 2012).

O principal núcleo reprodutor português, residente no sul do país, apresenta características genéticas, ecológicas e comportamentais únicas, já que nidifica maioritariamente em árvores (Ferreira, 2011). Esta população das serras do sudoeste ocupa espaços florestais ou de matagal arborizado, com sobreiros, eucaliptos e pinheiros de grande porte (Palma, Onofre & Pombal, 1999; Palma, 2008). Novamente, o maior declive da área torna-a preferencial, no entanto, e também com o intuito de protecção ao ninho, desta vez a ocupação é positivamente influenciada por uma maior cobertura vegetal (Ferreira, 2011). Na planície alentejana, a águia-de-Bonelli faz uso de grandes eucaliptos localizados em montados abertos ou ambiente semi-estepário, ao longo de rios e ribeiras (Palma, 2008). Na região mediterrânea, somente o Chipre e algumas populações do norte africano exibem um número considerável de casais arborícolas (Iezekiel, Bakaloudis & Vlachos, 2004), enquanto em Espanha, estes representam apenas 4% (Del Moral, 2006). Nesse país, a falta de regiões montanhosas em áreas favoráveis para a águia-de-Bonelli pode ditar que parte do seu futuro dependa da flexibilidade da espécie para se adaptar à nidificação arborícola (Muñoz, Márquez & Real, 2013).

A águia-de-Bonelli é capaz de caçar em pleno voo e actua geralmente em par (Palma, 2008; Ramonet, 2014). O coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*) e a perdiz-vermelha (*Alectoris rufa*) representam as suas presas óptimas (Moleón et al., 2007; Ramonet, 2014). A disponibilidade destas espécies influencia a dieta praticada pela ave de rapina, sendo que a sua abundância está associada a uma menor diversidade trófica e a uma maior produtividade (Resano, Hernández-Matías, Real & Parés, 2011; Resano-Mayor et al., 2014).

¹ Fráguas, B. (1999). *A população de Águia-de-Bonelli Hieraaetus fasciatus no nordeste de Portugal: situação actual, biologia da reprodução, ecologia, conservação da população*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

A escassez de coelho-bravo provoca a diminuição do seu consumo (Moleón et al., 2009; Moleón et al., 2012). Consequentemente, a pressão predatória e cinegética sobre a perdiz-vermelha aumenta, o que resulta no seu decréscimo populacional (Moleón, 2007). A águia-perdigueira vê-se, então, forçada a ampliar o seu espectro de acção a outras presas – presas alternativas – entre as quais corvídeos, gaivotas, garças, passeriformes, faisões e ainda lebres, esquilos, roedores e lagartos (Real, 2003; Iezekiel et al., 2004; Ontiveros, Pleguezuelos & Caro, 2005; Palma, Beja, Pais & Cancela da Fonseca, 2006; Moleón et al., 2007; Moleón et al., 2009; Ramonet, 2014). Além disso, a escassez das principais presas acarreta o alargamento da área vital, provocando gastos energéticos maiores, quando os recursos tróficos alternativos são já, por si e em regra, inferiores em tamanho e quantidade energética (Moleón et al., 2007; Ramonet, 2014). Os pombos rurais são presas complementares (Carrete, Sánchez-Zapata, Martínez, Sánchez & Calvo, 2002), largamente consumidas durante o início da época reprodutiva, altura em que ainda não abundam presas selvagens; no sudoeste português constituíram mesmo a principal fonte de alimento (Palma et al., 2006).

3.2.2. Distribuição mundial e em especial na Península Ibérica

A águia-de-Bonelli distribui-se desde a Península Ibérica e noroeste africano, atravessando o sul da Europa, médio Oriente e Península Arábica, até ao Afeganistão, Índia, sul da China e Indonésia (Arroyo & Ferreira, 1997; Ramonet, 2014). A nível europeu ocupa, portanto, a região circum-mediterrânea (Ramonet, 2014). Em Portugal, estende-se desde as serras do sudoeste e planícies alentejanas, à Extremadura e Beiras interiores, até Trás-os-Montes (Almeida et al., 2005; CEAI, 2011). No norte e centro do país, ocorre de forma heterogénea e restrita à zona de fronteira com Espanha, enquanto no sul a população encontra-se mais espalhada (Almeida et al., 2005; CEAI, 2011).

A população europeia é estimada em cerca de 1032-1223 casais reprodutores, dos quais 80% encontram-se na Península Ibérica (Demerdzhiev et al., 2011). Os dados publicados em 2011 pelo Centro de Estudos de Avifauna Ibérica (CEAI) reportam a existência de 116 a 123 pares reprodutores em Portugal, dos quais 81 a 88 pertencem à população arborícola que habita o sul do país e que se encontra em crescimento, ao contrário do que é norma em toda a Europa (Demerdzhiev et al., 2011). Espanha compreende a fatia mais importante da população europeia (cerca de 70%), contudo a sua situação é desfavorável, já que os núcleos estáveis das comunidades da Andaluzia e Extremadura constituem “população fonte”, face às “populações sumidouro” do norte (Demerdzhiev et al., 2011; Life Bonelli, 2013; Ramonet, 2014). Dos 733 a 788 pares reprodutores existentes em Espanha, quase metade encontra-se na Andaluzia, enquanto Madrid possui apenas 2 casais (Del Moral, 2006).

3.2.3. Estatuto e planos de conservação e protecção legal

No panorama global, o estatuto de conservação da águia-de-Bonelli encontra-se categorizado como “Pouco Preocupante” (LC – Least Concern) pela Lista Vermelha do IUCN (International Union for Conservation of Nature), até porque a espécie goza de ampla distribuição a nível mundial (BirdLife International, 2013; BirdLife International, 2015b; IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2014). Já na Lista Vermelha Europeia da IUCN está actualmente incluída na categoria “Quase ameaçada” (NT – Near Threatened), uma vez que as últimas gerações enfrentaram um rápido decréscimo que aparenta estar estabilizado (Birdlife International, 2015a; IUCN Standards and Petitions Subcommittee, 2014). Este documento encontra-se no anexo 1. Contudo, até recentemente, o estatuto apresentado era de “Ameaçada” (EN – Endangered), em consequência da redução acentuada da população (BirdLife International, 2004).

O estatuto de conservação da águia-de-Bonelli no Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal é de “Em Perigo” (EN D1), justificado pelo tamanho da população: entre 50 a 250 indivíduos adultos (Almeida et al., 2005). No homólogo espanhol, a classificação é de “Em Perigo” (EN C1), por se tratar de uma população pequena e em declínio, com grande risco de extinção no estado selvagem (Real, 2004).

Esta espécie está listada no Anexo I da Directiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (2009), relativa à conservação das aves selvagens. Encontra-se inserida no Anexo II da Convenção de Berna ou Convenção sobre a Vida Selvagem e os Habitats Naturais na Europa assinada a 1979 e publicada pelo Decreto nº 95/81, de 23 de Julho. Está igualmente listada no Anexo II da Convenção de Bona ou Convenção sobre a Conservação de Espécies Migradoras da Fauna Selvagem, concluída a 1979 e aprovada em Portugal pelo Decreto nº 103/80, de 11 de Outubro. Incorpora também o Anexo II da Convenção de Washington ou Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagem Ameaçadas de Extinção, mais conhecida por CITES (2015), cujo texto foi acordado em 1973, estando este acordo internacional em constante actualização.

3.2.4. Principais ameaças

A electrocussão é a principal causa de mortalidade da águia-de-Bonelli (Life Bonelli, 2013), pelo que é classificada como uma ameaça de nível crítico (Demerdzhiev et al., 2011). Atinge maioritariamente juvenis (Life Bonelli, 2013), uma vez que as linhas eléctricas são mais abundantes nas áreas de dispersão desta ave, onde é também maior a disponibilidade de presas (Arroyo & Ferreira, 1997; Guil et al., 2011). Naturalmente, estas áreas de caça abertas comportam um maior risco de colisão com as linhas de energia (Rollan, Real, Bosch, Tintó & Hernández-Matías, 2010). Tanto em Portugal como em Espanha, sob acção dos respectivos projectos LIFE, tem-se trabalhado na redução do impacto das linhas

eléctricas sobre a mortalidade e a produtividade. Para tal é fundamental a colaboração com as companhias de distribuição da energia eléctrica na correcção dos suportes eléctricos de maior perigo (Demerdzhiev et al., 2011; Life Bonelli, 2013; Ramonet, 2014).

A perseguição directa é também uma ameaça de nível crítico (Demerdzhiev et al., 2011). É determinada por conflitos relacionados com o comportamento predatório da ave de rapina (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas [ICNF], 2006), quer sobre espécies cinegéticas, quer sobre pombos de criação (Carrete et al., 2002). Dá-se sob a forma de abate a tiro ou uso de armadilhas envenenadas (ICNF, 2006; Arroyo & Ferreira, 1997). Neste sentido, os centros de recuperação de fauna silvestre podem assumir um papel de relevo na valorização da problemática, nomeadamente através da realização de radiografias a todas as aves de rapina aí ingressadas, independentemente da causa subjacente, com vista à detecção de projecteis de arma de fogo antigos (Life Bonelli, 2013).

Tanto a perda de habitat como a escassez de alimentos constituem ameaças de nível elevado (Demerdzhiev et al., 2011). A degradação dos habitats de nidificação e/ou de alimentação é provocada por incêndios florestais, alteração das práticas agro-pecuárias tradicionais ou construção de infra-estruturas (Palma et al., 1999; ICNF, 2006), e limita intrinsecamente a presença de exemplares da espécie (Arroyo & Ferreira, 1997; ICNF, 2006). Além disso, é responsável pela menor disponibilidade de recursos tróficos, para a qual contribui também o declínio da população de coelho-bravo, causado por uma pressão de caça elevada e pelas epizootias mixomatose e doença hemorrágica viral (Arroyo & Ferreira, 1997; ICNF, 2006).

A perturbação humana, sobretudo nos locais de nidificação, configura como uma ameaça de nível médio (ICNF, 2006; Demerdzhiev et al., 2011). A competição interespecífica com a águia-real ou o grifo (*Gyps fulvus*) por esses mesmos locais é uma ameaça de nível baixo (ICNF, 2006; Demerdzhiev et al., 2011). De facto, a águia-real aparenta estar isenta de responsabilidades no deslocamento de águias-de-Bonelli, todavia a sua maior frequência permite-lhe ocupar mais facilmente ninhos abandonados, interferindo assim na recolonização (Carrete et al., 2002).

O protozoário *Trichomonas gallinae* é responsável por morbilidade e mortalidade juvenil, estando a sua transmissão associada ao consumo de pombos infectados (Palma et al., 1999; ICNF, 2006; Ramonet, 2014). Por outro lado, o declínio populacional a que a espécie águia-de-Bonelli tem sido sujeita poderá ter como consequência uma redução na sua variabilidade genética (Mira, Wolff & Cancela, 2005).

3.2.5. Medidas de conservação

Existem várias medidas tomadas na Península Ibérica com vista à protecção da espécie, sendo de maior importância a prevenção da mortalidade juvenil e adulta (sobretudo a

primeira se comparadas, mas idealmente ambas prevenidas em associação) face a uma actuação favorável ao sucesso reprodutivo (López-López, Sarà & Di Vittorio, 2012).

O seminário Life Bonelli (2013) concluiu que a correcção das linhas eléctricas constitui a medida mais relevante. Porém, esta medida é condicionada pela ampla distribuição das estruturas perigosas, bem como pelo elevado custo da tarefa. Em Portugal, têm sido realizadas algumas alterações na composição destas estruturas e dos moinhos de vento (Demerdzhiev et al., 2011). Ainda assim, devem ser criadas ferramentas de decisão legal respeitantes à instalação de traçados eléctricos e de parques eólicos nas zonas de nidificação e dispersão da espécie (ICNF, 2006).

O controlo sobre a perseguição directa da espécie tem-se revelado extremamente difícil, permanecendo a maioria das mortes impune (Life Bonelli, 2013). Deste modo, o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 aconselha a implementação estrita de sanções legais, no que toca à perseguição da águia-de-Bonelli (ICFN, 2006). Recomenda, igualmente, a ampliação da fiscalização e vigilância dos territórios nidificantes, e frisa a importância da erradicação do uso de tóxicos sobre a fauna silvestre a nível nacional (ICFN, 2006). A sensibilização das populações rurais e especialmente dos caçadores, compatibilizando a gestão cinegética com a preservação da espécie, é fundamental para a redução da mortalidade das aves de rapina. O impacto da predação da águia-de-Bonelli sobre as espécies cinegéticas é diminuído pela associação de diversos factores. Entre estes, a sua densidade populacional reduzida, os seus rácios de predação baixos, o território vasto que ocupam, e o seu efeito na redução de predadores de menor porte (Palma, 2008; Moleón et al., 2009; Bosch et al., 2010; Moleón et al., 2011; Life Bonelli, 2013).

Paralelamente, o encerramento de cotos de caça, devido à perda de biodiversidade, pode ser ponderado (Life Bonelli, 2013). De facto, a actividade cinegética influencia também a disponibilidade de presas (Palma, 2008), as quais carecem por vezes de programas de repovoamento e reforço populacional, como é o caso do coelho-bravo (ICNF, 2006). A produção em meio rural de pombos é uma prática tradicional que tem sido incentivada no sentido de garantir a disponibilidade destes animais enquanto presas (Palma, 2008; ICNF, 2006). No entanto, deve ser garantido o tratamento da tricomoniose nos grupos mais afectados (ICNF, 2006). Por outro lado, a alimentação suplementar, em especial de coelho-doméstico, é fundamental em certos núcleos com maior risco de desaparecimento, principalmente durante o período reprodutivo (ICNF, 2006; Iberdrola, 2009).

A perda de habitat para alimentação, nidificação e dispersão deve ser combatida, mediante a identificação e protecção destas áreas, às quais devem estar subjacentes planos de gestão. A manutenção das actividades tradicionais actua determinantemente na conservação dos habitats desta e de outras espécies, contribuindo por conseguinte para a conservação da biodiversidade da zona mediterrânea (López-López, Maiorano, Falcucci,

Barba & Boitani, 2011; López-López et al., 2012). Em Portugal, um dos objectivos do projecto Life Bonelli é precisamente valorizar o mosaico agro-florestal nas áreas de nidificação, garantindo a disponibilidade de árvores de grande porte e a qualidade dos ninhos (Palma, 2008). Para o empreendimento, a espécie elege locais tranquilos e afastados da presença humana, razão pela qual as actividades florestais devem ser condicionadas no tempo e no espaço, por forma a combater a baixa produtividade (Palma, 2008; ICNF, 2006; Life Bonelli, 2013). Em Portugal, a perturbação humana tem sido progressivamente controlada, ainda que esta não seja legalmente regulamentada; já em Espanha, as principais medidas tomadas têm por base a colaboração com caçadores e proprietários dos terrenos visados (Demerdzhiev et al., 2011).

Os projectos LIFE têm contribuído de forma marcante para a compreensão da ecologia e da dinâmica populacional da espécie, bem como das ameaças que enfrenta (Life Bonelli, 2013). Neste sentido têm sido realizadas acções de marcação e seguimento, mediante o uso de anilhas, colares ou marcas alares que permitem o reconhecimento da ave à distância, ou ainda através de um emissor colocado no animal – radioseguimento (Ramonet, 2014). Estas técnicas têm permitido actualizar o conhecimento sobre a ocupação espacial da espécie, não só nos seus movimentos de dispersão, mas também no recrutamento e recolonização territorial (Life Bonelli, 2013). Detectou-se a tendência para regressar ao local de origem (filopatria) e a existência de indivíduos jovens junto às áreas de nidificação, os quais aproveitam as altas taxas de mortalidade adulta para construir par com os indivíduos estabelecidos nesse território que tenham recentemente perdido o outro elemento do casal (Ramonet, 2014).

A partilha de todo o conhecimento obtido, nos mais diversos campos, deve ser feita através de programas internacionais para o estudo da espécie e monitorização da sua situação populacional (Demerdzhiev et al., 2011; Life Bonelli, 2013). Isso permite, por exemplo, padronizar a metodologia em curso para a reprodução em cativeiro, praticada em centros como o GREFA (Life Bonelli, 2013). A sensibilização e educação ambiental do público em geral são fundamentais para o sucesso da conservação da ave de rapina (ICNF, 2006; Life Bonelli, 2013).

3.2.6. Vida e reprodução em cativeiro

O GREFA possui várias instalações destinadas a albergar casais de águia-de-Bonelli, cada uma das quais representando um espaço delimitado por paredes de tijolo e tecto de rede. As instalações de menores dimensões (aproximadamente 7 metros de comprimento, 5 metros de largura e 4 metros de altura) acolhem os exemplares desta espécie que apresentam lesões que os tornam incapazes de voar. Por outro lado, os que são capazes de voar encontram-se em instalações mais altas (aproximadamente 8 metros de comprimento,

7 metros de largura e 5 metros de altura). Existem câmaras no interior de todas as instalações, com o intuito de registar os comportamentos de nidificação. As portas possuem uma janela que permite observar os indivíduos sem que estes o detectem. Além disso, existe um tubo que possibilita a colocação do alimento sem ser preciso entrar na instalação. Diariamente, estes casais são alimentados com pintos do dia, codornizes, ratazanas ou coelhos. É muito importante que esta área se encontre afastada das zonas mais movimentadas do centro, a fim de minimizar as perturbações causadas a estes animais em reprodução. Após a postura, os ovos são retirados e incubados em instalações próprias para o efeito e com constante monitorização. As crias que eclodem dos ovos são colocadas junto aos progenitores ao fim de 10 dias, permanecendo com estes até aos 45 dias. A partir desse momento integram um programa de *hacking*, para uma libertação gradual.

3.3. Anatomia e fisiologia do sistema cardiovascular em aves

O sistema cardiovascular das aves encontra-se ajustado às elevadas exigências em oxigénio, circulação sanguínea e actividade muscular, a que estas estão sujeitas na sustentação de voos repentinos e prolongados, na corrida ou natação, em condições, muitas vezes, extremas (Lumeij & Ritchie, 1994; Strunk & Wilson, 2003; Hirschberg, 2008; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009; Dzialowski & Crossley, 2015). Neste sentido, o coração das aves é 1,4 a 2 vezes proporcionalmente maior que o de mamíferos e pensa-se que, de um modo geral, aves de menor tamanho possuem corações relativamente maiores face a aves de grandes dimensões (Lumeij & Ritchie, 1994; Dzialowski & Crossley, 2015). A frequência cardíaca (200-800 bpm) e a pressão arterial (180/140 mmHg) são, também, superiores em aves, quando comparadas com as de mamíferos de tamanho semelhante, enquanto a resistência periférica à circulação sanguínea é ligeiramente inferior (Lumeij & Ritchie, 1994; Hirschberg, 2008; Macwhirter, 2009). Ainda assim, importa referir que factores como a espécie, habitat e modo de vida podem reflectir-se em algumas variações (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009; Dzialowski & Crossley, 2015).

Em traços gerais, o coração das aves é anatomicamente semelhante ao dos mamíferos, possuindo quatro câmaras e separação entre a circulação sistémica e pulmonar (O'Malley, 2005; Pees, Krautwald-Junghanns & Straub, 2006; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). O coração localiza-se na porção cranioventral da cavidade celómica, em contacto com o esterno e ventralmente aos pulmões, estando o ápex cardíaco envolvido caudalmente pelos lobos hepáticos (Pees et al., 2006; Macwhirter, 2009; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Uma membrana fibrosa fina e firme – o pericárdio – encerra o coração e um pequeno volume de fluido lubrificante (Strunk & Wilson, 2003; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

A parede muscular do ventrículo esquerdo é duas a três vezes mais espessa que a do ventrículo direito, uma vez que a resistência à circulação sanguínea é maior na circulação

sistémica que na pulmonar (Lumeij & Ritchie, 1994; Strunk & Wilson, 2003; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). O ventrículo direito é falciforme e circunda o ventrículo esquerdo, o qual é coniforme e prolonga-se até ao ápex, com a parede a tornar-se mais fina nessa direcção (Lumeij & Ritchie, 1994; Pees et al., 2006; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Encontra-se descrito que o contorno radiográfico do lado direito do coração tende a apresentar-se ligeiramente côncavo, enquanto o lado esquerdo é geralmente convexo (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). A parede dos átrios é fina, com o átrio direito a assumir maiores dimensões (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

A válvula atrioventricular direita é estruturalmente única em aves, já que forma apenas uma aba muscular desprovida de cordas tendíneas (Lumeij & Ritchie, 1994; Pees et al., 2006; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009; Dzialowski & Crossley, 2015). Por outro lado, a válvula atrioventricular esquerda é tricúspide, contrariamente ao que se verifica nos mamíferos (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). As restantes válvulas (aórtica e pulmonar) são semelhantes às dos mamíferos: membranosas e tricúspides (Lumeij & Ritchie, 1994; Akester, 1984² citado por O'Malley, 2005; Smith & Smith, 1997³ citado por O'Malley, 2005).

Uma das peculiaridades encontradas em aves consiste na curvatura da aorta ascendente para o lado direito da cavidade celómica, sendo visível radiograficamente na projecção ventrodorsal (Lumeij & Ritchie, 1994; O'Malley, 2005; Pees et al., 2006; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Além disso, o retorno ao coração do sangue da circulação periférica ocorre através das veias craniais direita e esquerda e de uma só veia caudal (Lumeij & Ritchie, 1994). O suprimento sanguíneo do miocárdio é maioritariamente realizado por ramos profundos das artérias coronárias esquerda e direita (Lumeij & Ritchie, 1994). Ainda que já se encontre fora do âmbito da anatomia do órgão cardíaco, é de interesse lembrar que o sistema cardiovascular das aves incorpora, à semelhança dos répteis, um sistema porta-renal, capaz de redireccionar sangue para o fígado, cérebro, ou directamente para o coração (O'Malley, 2005; Macwhirter, 2009).

O sistema de condução das aves é relativamente semelhante ao dos mamíferos (Strunk & Wilson, 2003). O sistema de condução de fibras de Purkinje conduz o impulso do átrio ao ventrículo (O'Malley, 2005). Paralelamente ao que acontece em mamíferos, o impulso é iniciado no nodo sinoatrial, localizado no átrio direito (Akester, 1984² citado por O'Malley, 2005; Smith & Smith, 1997³ citado por O'Malley, 2005). Todavia, a despolarização ventricular não se realiza directamente a partir do endocárdio para o exterior do coração,

² Akester, A. R. (1984). The cardiovascular system. In B. M. Freeman (ed.), *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. (vol. 5). (pp.172–257). London: Academic Press.

³ Smith, B. J. & Smith, S. A. (1997) Radiology. In R. B. Altman, S. L. Clubb, G. M. Dorrestein & K. Quesenberry (eds.), *Avian medicine and surgery*. (pp. 170–200). Philadelphia: WB Saunders.

sendo antes difusa, o que pode estar na base da onda QRS negativa das aves, registada no electrocardiograma (Orosz, 2004⁴ citado por Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

3.4. Radiologia

Na prática clínica de medicina aviária, as técnicas imagiológicas, sobretudo a radiologia, assumem importância na monitorização da saúde e no diagnóstico de doenças (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). A radiologia é ainda mais determinante em aves do que em mamíferos, uma vez que nas primeiras existem mais limitações a nível de exames complementares de diagnóstico (Krautwald-Junghanns, 2007). Além disso, a sintomatologia manifestada pelas aves é geralmente escassa, subtil e inespecífica (Krautwald-Junghanns, 2007). De forma rápida e não invasiva, permite diagnosticar alterações no sistema músculo-esquelético e, ainda, obter informação a respeito do tamanho, forma e radiodensidade dos órgãos internos, complementando frequentemente os procedimentos laboratoriais (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009; Pees, 2008; Krautwald-Junghanns, 2007). Numa fase posterior, permite também acompanhar a evolução da doença e monitorizar a eficácia da terapêutica instituída (Samour & Naldo, 2007).

A realização do exame radiográfico como procedimento de rotina a todos os animais que ingressam num centro de recuperação é vista como uma boa prática, uma vez que pode detectar várias alterações que escapem ao exame físico. Porém, num hospital que receba um grande número de animais torna-se inexequível, seja pelos custos, seja pelo dispêndio de tempo e funcionários. Ainda assim, espécies como a águia-de-Bonelli são rotineiramente avaliadas por exame radiológico aquando da sua admissão ou logo após a estabilização do seu quadro clínico. Isto porque o estado de conservação destas espécies exige esforços redobrados, além de que enfrentam como principais ameaças os acidentes com as linhas eléctricas e a perseguição directa (ambas constituindo indicações para a análise radiográfica). As radiografias de animais saudáveis contribuem para o conhecimento de anatomias menos habituais e para o estudo de lesões complexas (Farrow, 2009). Porém, é importante frisar que este procedimento não é isento de riscos, quer para o operador quer para o animal. Deste modo, deve resultar de indicação médica, fruto da história, exame físico e/ou sinais laboratoriais (McMillan, 1994). Algumas das indicações incluem alterações no esqueleto, edema de tecidos moles, dispneia, diarreia, má performance ou perda de peso (Pees, 2008). Por outro lado, são frequentemente detectadas alterações que podem passar despercebidas no exame físico, tais como fractura do osso coracóide, lesões de tecidos

⁴ Orosz S. (2004). The avian cardiovascular system: anatomy and physiology for the clinician. *Proceedings of the 25th Annual Association of Avian Veterinarians Conference: Avian Specialty Advanced Program*, p.3-10. New Orleans: Association of Avian Veterinarians.

moles, corpos estranhos, disparos, problemas respiratórios ou cardiovasculares (Pees et al., 2006; Cooper, 2002).

Ainda que as aves possuam características anatómicas singulares que devem ser tidas em consideração sempre que são usadas técnicas imagiológicas, os princípios básicos de realização e interpretação são análogos aos usados para mamíferos (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). De facto, a avaliação radiográfica é facilitada pelo sistema dos sacos aéreos, já que o ar funciona como contraste negativo no contorno da maioria dos órgãos (Pees, 2008).

Os avanços tecnológicos colocam à disposição do médico-veterinário outras técnicas mais sofisticadas, como a ecografia, a fluoroscopia, a tomografia e a cintigrafia, entre outras. No entanto, a radiografia dispensa, muitas vezes, o uso destas técnicas (McMillan, 1994). As imagens radiográficas em películas continuam a predominar, mesmo face à radiografia digital (Helmer, 2006). Esta última tem crescido bastante devido aos vastos benefícios que apresenta: manipulação e armazenamento electrónico da imagem, maior tolerância a erros na escolha das constantes radiográficas, disponibilidade da imagem de forma mais simples e rápida, dispensa do uso de películas e químicos de revelação, entre outros (Helmer, 2006; Ginja, Jesus & Ferreira, 2008; Silverman & Tell, 2010). Contudo, não está ainda acessível a centros de recuperação com poucos recursos.

3.4.1. Preparação do exame radiográfico

Antes da realização do exame radiográfico é recomendado o jejum do animal, de forma a garantir a ausência de conteúdo alimentar a nível do papo e do proventrículo. O *stress* associado à contenção do animal potencia o risco de regurgitação por parte do mesmo e, logo, de aspiração do conteúdo digestivo. Além disso, em aves debilitadas, o tempo de esvaziamento do tracto gastrointestinal pode estar aumentado. No entanto, a privação de alimento em aves comporta um maior risco que em mamíferos, devido às suas elevadas taxas metabólicas (Silverman & Tell, 2010).

Todos os materiais e tarefas necessárias ao cumprimento do exame devem ser preparados antecipadamente, com o intuito de minimizar, tanto quanto possível, a manipulação do animal (Pees, 2008). Isso pode incluir introduzir os dados da ficha clínica do animal no computador, definir as constantes radiográficas, seleccionar e colocar à disposição os materiais de posicionamento (por exemplo, fita adesiva ou sacos de areia) e preparar a anestesia, caso se preveja a sua utilização.

3.4.2. Contenção do animal

A manipulação de animais selvagens deve realizar-se em ambiente calmo, sem ruídos desnecessários e com luz pouco forte (Farrow, 2009). Idealmente, o exame radiográfico é

concretizado de forma rápida. A sua minuciosa avaliação é feita posteriormente, de forma a minimizar o *stress* infligido ao animal (Pees, 2008). No entanto, deve ser garantido um posicionamento correcto da ave, já que este é o principal factor de comprometimento do estudo radiográfico (McMillan, 1994). A fim de o assegurar, é determinante que a contenção do animal seja segura e eficaz (Samour & Naldo, 2007).

A utilização de anestesia volátil com isoflurano permite obter radiografias com maior qualidade, uma vez que as aves são mais facilmente posicionadas e são diminuídos os artefactos associados ao movimento (Harcourt-Brown, 1996; Helmer, 2006; Silverman & Tell, 2010). Por outro lado, o risco de lesão para a ave é menor, já que oferecem menos resistência, garantindo maior segurança, quer para o animal quer para o operador (Harcourt-Brown, 1996; Cooper, 2002; Helmer, 2006; Silverman & Tell, 2010). A contenção do animal mediante gás anestésico encontra-se especialmente indicada em aves bastante excitadas e stressadas ou muito fortes. O mesmo acontece em aves com alguma lesão que possa ser agravada pela resistência à contenção ou que, por outro lado, necessitem de ser avaliadas em determinados posicionamentos que lhes causem desconforto e/ou risco de colapso circulatório (McMillan, 1994; Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008). Este último está associado a aves que evidenciem dispneia grave e derrame na cavidade celómica, nas quais a estabilização prévia ao procedimento radiográfico é altamente recomendada (Pees, 2008).

Um exame radiográfico básico com a ave em decúbito dorsal para uma projecção ventrodorsal pode, na maioria dos casos, ser executado com o animal consciente, sem lhe causar mais *stress* que a indução anestésica (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008). Desta forma, torna-se possível realizar o procedimento mais rapidamente e evitando os riscos da anestesia, tanto para o animal como para o operador, que frequentemente está sujeito à inalação do gás anestésico (Krautwald-Junghanns, 2007). De facto, o uso de anestesia geral deve ser sempre ponderado cuidadosamente, já que pode estar contra-indicado em aves muito debilitadas (Silverman & Tell, 2010). O mesmo se aplica em aves cujo estudo radiográfico pretenda avaliar a função do tracto gastrointestinal (McMillan, 1994). A restrição do animal consciente pode fazer uso de material radiotransparente, como sejam blocos de espuma ou fita adesiva (McMillan, 1994; Krautwald-Junghanns, 2007). Existem também para o efeito dispositivos especiais de fixação (Pees, 2008; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Aves muito grandes e fortes (com mais de 2kg) requerem comumente contenção manual. Neste caso, deve ser garantida a protecção do operador, mediante luvas de chumbo e colimação do campo tanto quanto possível; ainda assim, as mãos do operador não devem estar ao alcance do feixe primário (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008).

3.4.3. Posicionamento do animal

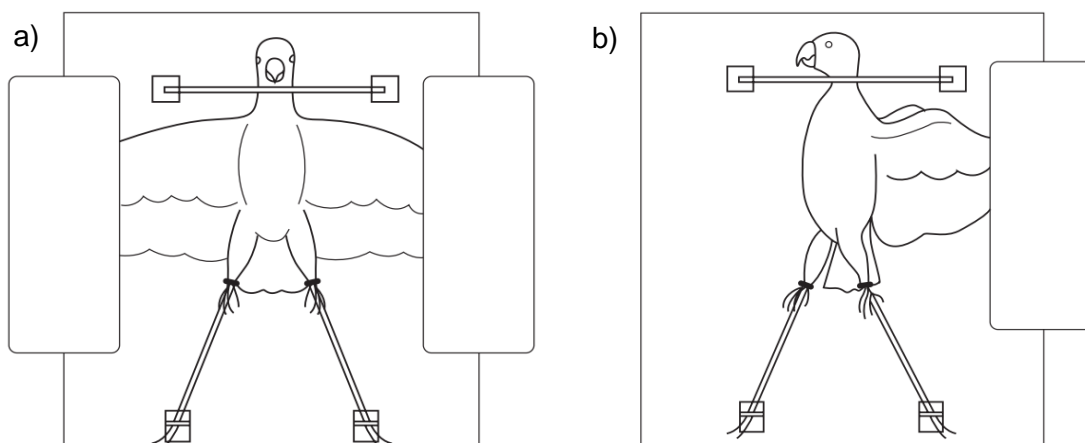
Como já foi referido, um posicionamento correcto do indivíduo influencia a fiabilidade da interpretação radiográfica. A rotação do corpo pode originar a distorção dos órgãos celómicos, tornando a imagem radiográfica não só inútil, como enganadora (Silverman & Tell, 2010; Pees, 2008). De forma a combater a sobreposição das diferentes estruturas do organismo da ave, o seu corpo deve ser posicionado meticulosamente e esticado tanto quanto possível (Pees, 2008).

A obtenção de duas projecções ortogonais está indicada em todos os estudos radiográficos, a fim de compensar a distorção (Silverman & Tell, 2010). Exceptuam-se animais em risco de vida, seja por comprometimento do seu estado de saúde ou por exacerbação do *stress* (Harcourt-Brown, 1996; Silverman & Tell, 2010). Vulgarmente é possível incluir todo o corpo do animal em qualquer uma das projecções padrão – ventrodorsal (VD) e laterolateral (LL) – as quais tendem a garantir informação suficiente para a inspecção de rotina das aves (Pees, 2008). Outras projecções são realizadas sob indicação médica para uma avaliação mais detalhada (Helmer, 2006; Samour & Naldo, 2007).

3.4.3.1. Projecção ventrodorsal

A projecção VD foi a única utilizada no estudo em questão. Esta é realizada com a ave em decúbito dorsal (Silverman & Tell, 2010), sendo a cabeça restringida em posição rostrocaudal (Silverman & Tell, 2010). Em seguida, os membros pélvicos são esticados paralelamente ao corpo, de forma simétrica. De modo a evitar sobreposições, devem ser esticados caudalmente tanto quanto possível (McMillan, 1994; Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Silverman & Tell, 2010). A tracção caudal das extremidades posteriores pode ser dificultada pelo normal comportamento das aves, que tendem a juntar as pernas ao corpo, especialmente as de grande porte, fortes e saudáveis (Pees, 2008), como é o caso das águias-de-Bonelli examinadas. As asas devem ser ligeiramente estendidas para cada um dos lados, de forma simétrica. Devem ser contidas junto ao corpo a fim de prevenir lesões iatrogénicas (Samour & Naldo, 2007; Farrow, 2009; Silverman & Tell, 2010). Nesta projecção é fundamental a sobreposição do esterno (quilha), onde deve ser centrado o feixe primário, com a coluna vertebral (Samour & Naldo, 2007; Silverman & Tell, 2010). A simetria das partes esquerda e direita do corpo deve ser garantida, possibilitando a comparação entre estruturas pares (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Farrow, 2009). Para além da avaliação do sistema músculo-esquelético, a imagem obtida permite apreciar os sacos aéreos abdominais, o fígado e, como é o interesse do presente trabalho, a silhueta cardíaca (Pees, 2008). O posicionamento descrito encontra-se esquematizado na figura 3.

Figura 3 – Representação esquemática do posicionamento de uma ave para obtenção das projecções VD e LL. Fonte: Coles, 2007.



- a) Psitacídeo em decúbito dorsal com posicionamento simétrico para a obtenção da projecção VD;
b) Psitacídeo em decúbito lateral direito, posicionado para a obtenção da projecção LL.

3.4.3.2. Projecção laterolateral

A projecção LL deve ser obtida imediatamente após a projecção VD (Pees, 2008), com a colocação da ave em decúbito lateral direito (mais frequente) ou esquerdo (Samour & Naldo, 2007). O pescoço é contido e para reduzir a sua curvatura, o corpo é movido caudalmente, de forma cuidadosa (Silverman & Tell, 2010). O esterno, sobre o qual deve ser incidido o feixe primário, é mantido paralelamente à cassete (Helmer, 2006; Samour & Naldo, 2007). Os membros pélvicos devem ser estendidos caudalmente, para evitar a sobreposição com estruturas internas. O incumprimento deste passo pode tornar impossível a interpretação desta projecção (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008). As asas são dispostas dorsalmente (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Tanto as duas extremidades anteriores como as duas posteriores, podem ser diferenciadas entre si, mediante a colocação da asa e da perna que se encontram por baixo (mais próximas da mesa) em posição ligeiramente mais cranial face ao membro contralateral (Silverman & Tell, 2010; Samour & Naldo, 2007). Na verdadeira e perfeitamente simétrica projecção LL, quer as articulações da anca, quer as articulações do ombro, e, ainda, os coracóides, costelas e rins devem estar sobrepostos entre si (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009; Pees, 2008; McMillan, 1994). Este posicionamento radiográfico permite a apreciação do sistema músculo-esquelético, tracto gastrointestinal, sacos aéreos, pulmões, silhueta cardíaca e grandes vasos, baço, rins e gónadas (Pees, 2008). A figura 3 ilustra um posicionamento correcto da ave para obtenção deste plano.

3.4.4. Técnica radiográfica

A par do posicionamento, os outros factores de maior importância para a qualidade da imagem radiográfica são o detalhe e o contraste (Farrow, 2009). A delicadeza das estruturas anatómicas de uma ave torna estes factores ainda mais determinantes no valor diagnóstico da sua imagem radiográfica (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). No entanto, o detalhe é negativamente afectado pelo movimento, associado às frequências respiratórias elevadas que são características das aves (Krautwald-Junghanns, 2007; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Deste modo e principalmente em animais conscientes, torna-se difícil conciliar o disparo com a fase inspiratória. Nesta última, a distensão dos sacos aéreos fornece contraste natural sobre as vísceras, ainda que não sejam notadas alterações no tecido pulmonar (Krautwald-Junghanns, 2007; Silverman & Tell, 2010). No sentido de minimizar os artefactos causados pelo movimento devem ser usados tempos de exposição curtos, usualmente compreendidos entre 0,015 e 0,05 segundos (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Para tal, requerem-se valores de miliamperagem (mA) elevados, de pelo menos 200 a 300 mA (Pees, 2008; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Paralelamente são recomendados valores baixos de kilovtagem (kV), geralmente entre 45 e 55 kV, a fim de se alcançar uma radiografia de alto contraste (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Ginja et al., 2008). A qualidade da imagem é afectada positivamente pela distância foco-filme. Contudo, uma maior distância está associada a uma maior dose de radiação, pelo que deve ser alcançado um compromisso – normalmente 1 metro (Krautwald-Junghanns, 2007). Os ecrãs intensificadores permitem a redução da dose de radiação à qual está exposto o animal, bem como da radiação secundária dispersa, contribuindo para maior segurança dos operadores. Contribuem também para uma maior qualidade da imagem, uma vez que permitem a utilização de tempos de exposição curtos, os quais, como já explicado, são de grande interesse na radiologia de aves (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Ginja et al., 2008). Com frequência, o uso de grelhas é dispensado, já que os objectos de estudo radiográfico raramente excedem os 10 cm de espessura (Helmer, 2006; Ginja et al., 2008). O posicionamento das aves directamente sob a cassete minimiza a distância objecto-filme, potenciando o detalhe radiográfico (Helmer, 2006). Por fim, é indispensável a colimação do feixe à região de interesse, frequentemente todo o corpo da ave, reduzindo a dispersão de radiação (Helmer, 2006).

3.4.5. Interpretação da imagem radiográfica

Independentemente da abordagem utilizada, a interpretação deve ser feita de forma sistemática e cobrindo a totalidade da imagem radiográfica (McMillan, 1994). Deve-se garantir que todo o corpo do animal é examinado e que alterações menos evidentes são detectadas, evitando, desde logo, focar a atenção numa lesão óbvia (Krautwald-Junghanns,

2007). O conhecimento básico da anatomia das aves é imprescindível, bem como a sensibilidade para algumas particularidades relacionadas com a família ou a espécie em causa (Harcourt-Brown, 1996; Pees, 2008).

3.4.5.1. Condicionantes

A visualização de órgãos internos pode revelar-se uma tarefa complicada, uma vez que as suas sombras se apresentam sobrepostas numa só camada. Disto resulta a importância de se realizarem no mínimo dois planos ortogonais, ainda que, mesmo assim, nem todas as vísceras possam ser visualizadas (Farrow, 2009). Outros factores que podem afectar a interpretação radiográfica incluem variações de espécie, estado reprodutivo, quantidade de gordura e conteúdos gastrointestinais (McMillan, 1994; Silverman & Tell, 2010). O contraste da cavidade celómica não é consideravelmente melhorado na presença de gordura, mesmo se abundante, o que sugere que, em aves, a gordura e os tecidos moles têm radiopacidades semelhantes (McMillan, 1994). Já a distensão pós-prandial do tracto gastrointestinal pode ter como consequência a movimentação cranial do fígado. Além do mais, pode ocultar um aumento das vísceras, fluido na cavidade celómica ou massas (Silverman & Tell, 2010).

A imagem radiográfica permite avaliar mais facilmente as silhuetas de órgãos que beneficiem de maior contraste natural pelo seu conteúdo, como os do tracto gastrointestinal, ou de maiores dimensões, como o coração e o fígado (Farrow, 2009).

3.4.5.2. Silhueta visceral central

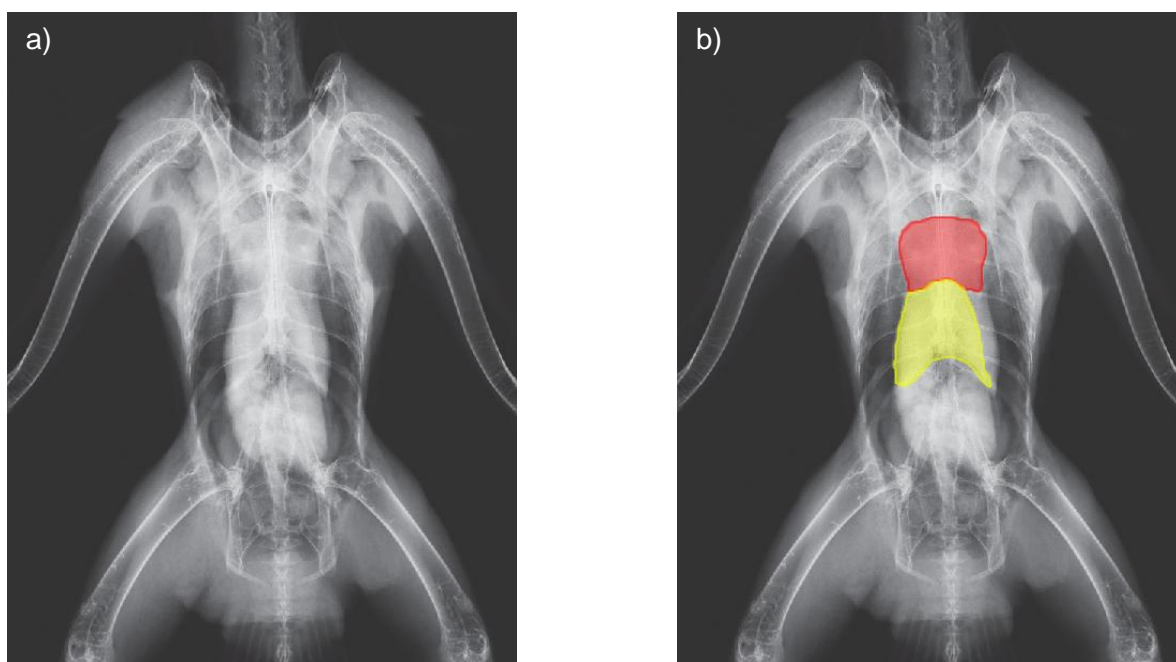
Na projecção VD, o coração e o fígado concorrem para a formação de uma silhueta com forma de ampulheta, denominada cintura cardiohepática ou silhueta visceral central (McMillan, 1994; Samour & Naldo, 2007; Farrow, 2009). A análise desta silhueta tem sido usada como indicador radiográfico de doença. Um aumento desproporcional da porção cardíaca em relação à hepática sugere cardiomegalia, indicando doença cardíaca ou pericárdica (Farrow, 2009). Importa, contudo, distinguir se esse aumento em proporção da silhueta cardíaca resulta da diminuição da componente do fígado, sugerindo nesse caso doença hepática (Farrow, 2009). Ademais, na silhueta visceral central podem também entrar outras vísceras, como o proventrículo. Por estas razões, a análise isolada da silhueta é uma ferramenta diagnóstica pouco consistente (Farrow, 2009). Ainda assim, integrada na sintomatologia apresentada pelo animal e na experiência do médico-veterinário, a avaliação cautelosa da silhueta cardiohepática é recomendada, enquanto prática rotineira de análise da imagem radiográfica de uma ave (Farrow, 2009).

3.4.5.3. Silhueta cardíaca

O coração aloja-se na porção cranioventral da cavidade celómica, em posição central (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). O ápex cardíaco é circundado pelos lobos hepáticos e direcciona-se ventrocaudalmente, ao nível da quinta ou sexta costelas (McMillan, 1994; Farrow, 2009; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). A base do coração pode ser, geralmente, encontrada junto à segunda costela (McMillan, 1994).

As projecções ventrodorsal, representada na figura 4, e laterolateral permitem aceder à silhueta cardíaca (Pees, 2008). A avaliação desta silhueta deve incluir a análise de factores com a sua posição, dimensão, forma e radiodensidade (Krautwald-Junghanns, 2007). O exame radiográfico do sistema cardiovascular deve estender-se aos grandes vasos (Krautwald-Junghanns, 2007), os quais são mais facilmente identificados na projecção LL (Pees, 2008).

Figura 4 – Radiografia em projecção VD de bútio-de-cauda-vermelha (adaptado de Silverman & Tell, 2010).



a) Imagem radiográfica sem alteração; b) Representação esquemática do coração (vermelho) e fígado (amarelo), exemplificando a cintura cardiohepática em forma de ampulheta.

A visualização da silhueta cardíaca pode ser dificultada pela sobreposição de órgãos adjacentes, particularmente do fígado (Farrow, 2009). O tamanho e a forma da silhueta podem variar com a fase da respiração, o ciclo cardíaco e, claro, a espécie (McMillan, 1994). Em falcões, verificou-se um ligeiro aumento da silhueta cardíaca em sessões de voo, quando em comparação com o período de repouso (Pees, 2008).

3.4.5.3.1. Alterações na silhueta cardíaca

As alterações na silhueta cardíaca constituem com maior frequência sinais radiográficos encontrados aquando da avaliação sistemática da imagem radiográfica, do que propriamente o objecto do exame imagiológico (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). A utilização deste exame para o diagnóstico de doença cardiovascular é limitado, até porque os sinais radiográficos são muitas vezes inespecíficos (Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). A variação no tamanho, forma ou radiodensidade do coração apresenta-se frequentemente como aumento da silhueta cardíaca (Pees et al., 2006; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009). Este aumento verifica-se no caso de hipertrofia, dilatação, derrame pericárdico ou neoplasia, entre outras possíveis etiologias, todas elas de difícil diferenciação radiográfica (Pees et al., 2006; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Contrariamente, uma diminuição da silhueta cardíaca sugere desidratação grave ou hipovolémia (Romagnano & Love, 2000). Já as alterações nos grandes vasos surgem normalmente como aumento da sua radiodensidade, sugerindo aterosclerose (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

Na imagem radiográfica podem, ainda, ser detectados sinais secundários de doença cardíaca como ascite, aumento da silhueta hepática ou maior radiodensidade dos pulmões (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

3.4.5.3.2. Valores de referência da silhueta cardíaca

A avaliação das dimensões da silhueta cardíaca integra com alguma regularidade a interpretação radiográfica, inserida no exame clínico da ave (Hanley et al., 1997; Straub et al., 2002; Lumeij et al., 2011). À semelhança do que se verifica para humanos (Jefferson & Rees, 1980⁵ citado por Lumeij et al., 2011), cães (Hamlin, 1968⁶ citado por Lumeij et al., 2011) e gatos (Van den Broek & Darke, 2002⁷ citado por Lumeij et al., 2011), valores de referência para a silhueta cardíaca têm sido publicados em aves, com o intuito de facilitar a apreciação clínica do coração. Actualmente, as espécies de aves que gozam de valores de referência publicados são ainda escassas. A avaliação radiográfica do órgão compreende, muitas vezes, um exercício subjectivo de analogia, baseado nos valores existentes e no pressuposto que aves de menor tamanho possuem corações proporcionalmente maiores, em relação a aves de maiores dimensões (Lumeij & Ritchie, 1994; Dzialowski & Crossley, 2015). Uma das mais-valias do conhecimento do tamanho normal do coração para cada

⁵ Jefferson, K. & Rees, S. (1980). Radiological anatomy and heart size. In K. Jefferson (Ed.), *Clinical cardiac radiology*. (pp. 3-8). Boston: Butterworth.

⁶ Hamlin, R.L. (1968). Prognostic value of changes in the cardiac silhouette in dogs with mitral insufficiency. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 153, 1436–1445.

⁷ Van den Broek, A., Darke, P. (2002). Cardiac measurements on thoracic radiographs of cats. *Journal of Small Animal Practice*, 28, 125–135.

espécie é a possibilidade de aferir sobre a normalidade das dimensões de outros órgãos que com ele contactem, como o fígado.

A mensuração da silhueta cardíaca enfrenta algumas limitações. Por um lado, há pouca informação sobre os factores que podem afectar as medições, como a quantidade de gordura pericárdica e o grau de distensão do tracto gastrointestinal ou dos sacos aéreos (Straub et al., 2002). Por outro, exige um posicionamento exímio do animal, com sobreposição do esterno e da coluna vertebral, na projecção VD (Pees et al., 2006). Os lobos hepáticos complicam frequentemente o acesso ao ápex cardíaco, tanto na projecção VD como na LL (Pees et al., 2006). Nesta última, também o esterno é responsável pela sobreposição à porção ventral da silhueta cardíaca (Pees et al., 2006).

Ainda que os valores de referência encontrados contribuam bastante para a avaliação radiográfica da silhueta cardíaca, os autores salientam que os mesmos não devem ser usados isoladamente na determinação da normalidade do tamanho do coração. Antes, devem ser considerados em seguimento da sintomatologia clínica apresentada pelo animal e enquanto indicação para a realização de outros exames complementares que avaliem a função e morfologia do órgão (Straub et al., 2002; Velayati et al., 2015). Deste modo, torna-se interessante a realização de estudos que determinem valores de referência ou equações para diferentes espécies (Hanley et al., 1997). Estes estudos devem avaliar até que ponto os rácios obtidos permitem a distinção entre um tamanho cardíaco normal ou alterado (Straub et al., 2002), e devem investigar a melhor abordagem a seguir, incluindo também animais com doença cardíaca (Lumeij et al., 2011).

A largura da silhueta cardíaca, mensurada na sua máxima amplitude na projecção VD, tem sido comparada com a largura da cavidade celómica ao mesmo nível (doravante, e de acordo com os estudos publicados, designada por largura do tórax ou torácica), a largura e/ou comprimento do esterno, a largura do coracóide, entre outras referências anatómicas. Esta comparação tem sido feita por meio da correlação entre as medidas tomadas, ou através de equações que expressam os valores teóricos normais da largura do coração para determinada espécie, os quais podem ser comparados com os valores mensurados em cada indivíduo (McMillan, 1994; Hanley et al., 1997; Straub et al., 2002; Barbon et al., 2010; Lumeij et al., 2011; Velayati et al., 2015). Os resultados dos rácios calculados através de métodos semelhantes encontram-se ilustrados na tabela 1, simplificando a apresentação e comparação dos resultados obtidos para diferentes espécies.

Segundo McMillan (1994) a silhueta cardíaca, na projecção VD, no papagaio-do-mangue, medida ao nível dos átrios, deve representar cerca de 50% da largura do tórax, ao nível da quinta vértebra torácica.

Tabela 1 – Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura ou comprimento da silhueta cardíaca e outras estruturas anatómicas, nas projecções ventrodorsal (VD) ou laterolateral (LL), descritos na literatura para várias espécies de aves.

Espécie	Valor médio do rácio (%)							Referência bibliográfica
	LSC / LT (plano VD)	LSC / LCo (plano VD)	CSC / CE (plano LL)	LSC / CE ¹ (plano VD)	LSC / LS (plano VD)	LSC / DCla (plano VD)	LSC / DCos (plano VD)	
Bútio-de-Harris	58	706	56	-	-	-	-	Barbon et al., 2010
Falcão-peregrino	69	861	57	-	-	-	-	Barbon et al., 2010
Falcão-sacre	68	900	56	-	-	-	-	Barbon et al., 2010
Lanário	68	839	58	-	-	-	-	Barbon et al., 2010
Papagaio-africano	56	593	-	39	-	-	-	Straub et al., 2002
Papagaio-do-Senegal	57	624	-	39	-	-	-	Straub et al., 2002
Papagaio-amazónico	54	599	-	38	-	-	-	Straub et al., 2002
Periquito-comum	62	734	-	-	327	124	330	Velayati et al., 2015

LSC / LT = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Tórax; LSC / LCo = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Coracóide; LSC / CE = rácio entre o Comprimento da Silhueta Cardíaca e o Comprimento do Esterno; LSC / LS = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Sinsacro; LSC / DCla = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Distância entre Clavículas; LSC / DCos = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Distância entre a 3ª e 4ª costelas.

CE¹ foi directamente medido desde o ápex palpável da quilha até ao bordo caudal palpável do esterno.

Somente o valor médio de cada um dos rácios é exibido, a fim de garantir a homogeneidade e simplicidade dos resultados apresentados para comparação.

Hanley et al. (1997) publicaram equações que permitem calcular o valor teórico da largura do coração, com base nas larguras torácica e esternal, para o ganso-do-Canadá, o bútio-de-cauda-vermelha e a coruja-do-Leste. De acordo com esse estudo, os movimentos de respiração assumidos pelo tórax não têm tanto impacto para as medições como expectável. Em psitacídeos de porte médio, com peso vivo compreendido entre 200 e 500 gramas, a largura da silhueta cardíaca foi comparada com a largura do tórax, comprimento do esterno e largura do coracóide, na projecção VD. Com todos estes parâmetros, a largura da silhueta cardíaca registou uma correlação forte (Straub et al., 2002). Os resultados são apresentados na tabela 1.

Em quatro espécies de falconiformes, Barbon et al. (2010) encontraram uma correlação forte entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, na projecção VD. Na projecção LL, encontraram uma correlação forte entre o comprimento da silhueta cardíaca e o comprimento do esterno. Não se verificaram diferenças significativas entre sexos dentro da mesma espécie. No entanto, quando comparados bútios e falcões, os segundos evidenciaram rácios entre a largura do coração e a largura do coracóide ou a largura do tórax superiores, o que pode estar relacionado com a maior frequência de voo destes indivíduos em estudo. Os resultados são sumariamente ilustrados na tabela 1.

Os limites de referência para a silhueta cardíaca em falcões-peregrinos foram novamente publicados, desta feita por Lumeij et al. (2011), sendo o rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax compreendido entre 61 e 70%. O valor médio é apresentado na tabela 1. Os autores comparam este resultado com o obtido para psitacídeos de tamanho médio (51 a 61%), à luz da expectativa que as aves de menor tamanho possuam corações proporcionalmente maiores (Lumeij & Ritchie, 1994; Dzialowski & Crossley, 2015). Tal não se verificou entre as espécies em causa, pelo que os autores sugerem que a relação entre o tamanho do órgão e do animal deva ser estabelecida individualmente para cada espécie.

Alguns órgãos internos foram avaliados radiograficamente e mensurados na projecção VD na arara-azul (*Cyanopsitta spixii*), nomeadamente a largura da base da silhueta cardíaca, o tórax no seu ponto de maior amplitude, a largura máxima da silhueta hepática e a cintura da forma em ampulheta, formada pelo coração e pelo fígado (Rettmer et al., 2011). A média do rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax foi 53%, enquanto entre a largura da silhueta cardíaca e a largura da silhueta hepática foi 86% (Rettmer et al., 2011). Quer a largura do coração, quer o rácio entre esta e a largura do tórax, evidenciaram diferenças significativas entre indivíduos adultos e jovens fêmeas (Rettmer et al., 2011).

Recentemente, Velayati et al. (2015) correlacionaram fortemente a largura da silhueta cardíaca com a largura do tórax, no periquito-comum. O mesmo não se verificou entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide ou do sinsacro, e a distância entre as

duas clavículas ou entre a terceira e quarta costelas. Os rácios obtidos são exibidos na tabela 1. Os valores encontrados foram menores quando comparados com os registados para espécies de psitacídeos de maiores dimensões (Straub et al., 2002). Isto suporta a hipótese de que aves de menores dimensões possuam corações proporcionalmente maiores. Esta hipótese é, todavia, contrariada, se a comparação incluir os valores encontrados em falcões por Barbon et al. (2010).

3.5. Exame clínico do sistema cardiovascular

O diagnóstico de doenças cardiovasculares em aves selvagens é um processo desafiante, complicado frequentemente pela ausência de anamnese e inespecificidade da sintomatologia. Além disso, existem condicionantes associadas à realização do exame físico, bem como dos exames complementares. Por outro lado, pode verificar-se a concomitância de outras doenças que encubram os sinais cardíacos (Jones, 2008; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

O acesso ao sistema cardiovascular durante o exame clínico é dificultado pela frequência cardíaca elevada, a qual pode comprometer a detecção de arritmias ou sons cardíacos anormais à auscultação. Por sua vez, o pulso periférico não é palpável em aves, além de que as pequenas dimensões de muitas espécies dificultam o exame clínico. (Pees et al., 2006; Jones, 2008; Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Alterações em outros órgãos podem influenciar a interpretação do quadro clínico, caso a doença cardíaca ocorra concomitante ou secundariamente a outra, como, por exemplo, um processo infeccioso (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Os métodos de avaliação complementares podem contribuir para descobrir a origem e extensão da doença. Porém, a falta de valores de referência e de experiência podem limitar o seu uso e interpretação (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

A atitude da ave em repouso deve ser avaliada antes da sua manipulação. O estado geral do animal pode condicionar essa manipulação, uma vez que os efeitos do *stress* associado à contenção tornam-se mais críticos em aves que já se encontrem extremamente débeis (Strunk & Wilson, 2003). Por outro lado, o nível de actividade da ave e a capacidade de voo podem revelar-se essenciais na determinação do estado físico e na detecção de intolerância ao exercício (Strunk & Wilson, 2003). Os estados de hidratação e de perfusão devem ser avaliados, através da coloração das membranas mucosas, tempo de repleção capilar e prega de pele, entre outros (Strunk & Wilson, 2003). A auscultação cardíaca é geralmente executada ao nível da base do esterno (Lumeij & Ritchie, 1994).

Em traços gerais, os sinais clínicos exibidos pelas aves são semelhantes aos dos mamíferos (Jones, 2008). Nos estádios iniciais de doença não apresentam, em regra, qualquer sinal

evidente; além disso, podem sofrer morte súbita antes de desenvolver sintomatologia cardíaca (Rosenthal & Miller, 1997⁸ citado por Strunk & Wilson, 2003). Mais comumente são evidenciados dispneia, intolerância ao exercício, fraqueza, letargia, emaciação e ascite (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009; Jones, 2008). A tosse não representa um sinal clínico em aves (Jones, 2008).

3.5.1. Outros meios de diagnóstico

As limitações da avaliação radiográfica manifestam-se aquando da tentativa de estabelecer um diagnóstico de doença cardiovascular, o qual requer, com alguma frequência, o uso de exames complementares mais precisos, em especial ecocardiografia e electrocardiografia (Krautwald-Junghanns, 2007; Pees, 2008; Krautwald-Junghanns & Pees, 2009).

A importância da ecocardiografia tem crescido na medicina veterinária, inclusive para as aves (Pees et al., 2006). Comparativamente à radiografia permite aceder à estrutura interna dos órgãos de tecido mole, em vez de aos contornos externos de vários órgãos e estruturas. Por esta razão há uma grande complementaridade entre as duas técnicas (Krautwald-Junghanns, 2007). À luz dos actuais conhecimentos, a ultra-sonografia é totalmente segura para os tecidos vivos do animal e do operador, ao contrário da radiologia (Krautwald-Junghanns, 2007). Também para este exame têm sido reportados valores de referência em aves de rapina, psitacídeos e pombos (Pees, Straub & Krautwald-Junghanns, 2004; Krautwald-Junghanns, Pees & Schütterle, 2002; Boskovic et al., 1995⁹ citado por Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

O electrocardiograma (ECG) pode constituir uma ferramenta preciosa no exame do sistema cardiovascular de aves, porquanto possibilita a medição da frequência cardíaca e o diagnóstico ou controlo de arritmias, alterações na condução eléctrica e aumentos das câmaras cardíacas (Rosenthal & Miller, 1997⁸ citado por Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Uma das principais indicações para a sua realização é o aumento radiográfico da silhueta cardíaca (Strunk & Wilson, 2003). Estão documentados padrões e valores normais para algumas espécies (Pees et al., 2006; Burtnick & Degernes, 1993; Machida & Aohagi, 2001; Talavera, Guzmán, Fernández del Palacio, Albert & Bayón, 2008).

A angiocardigrafia tem revelado potencial para o diagnóstico de doenças cardiovasculares, fornecendo informação adicional a outros meios (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). Todavia, existem poucos estudos publicados sobre o uso desta técnica em aves (Fischer,

⁸ Rosenthal, K. & Miller, M. (1997). Cardiac disease. In R. B. Altman, S. L. Clubb, G. M. Dorrestein & K. Quesenberry (eds.), *Avian medicine and surgery*. (pp. 491–500). Philadelphia: WB Saunders.

⁹ Boskovic, M., Krautwald-Junghanns, M-E., Failing, K. et al. (1995). Möglichkeiten und Grenzen echokardiographischer Untersuchungen bei Tagund Nachtgreifvögeln (Accipitriformes, Falconiformes, Strigiformes). *Tierarztl Prax*, 27, 334–41.

Christen, Scharf & Hatt, 2005; Vink-Nooteboom, Schoemaker, Kik, Lumeij & Wolvekamp, 1998).

Face à radiografia tradicional, a tomografia computadorizada (TC) possibilita um exame mais pormenorizado do coração com diferenciação das câmaras cardíacas (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009). A utilização desta técnica em aves está também limitada pela escassez em valores de referência e estudos publicados (Pees & Krautwald-Junghanns, 2009).

A endoscopia permite a visualização directa do coração e dos grandes vasos e a colheita de fluido pericárdico para análise citológica, bioquímica ou bacteriana (Jones, 2008).

As análises hematológicas fornecem um panorama do estado geral de saúde do animal, podendo ainda inferir sobre a etiologia envolvida, nomeadamente caso se trate de um processo infeccioso (Campbell, 1994). Já as análises bioquímicas podem reflectir uma lesão do músculo cardíaco (Hochleithner, 1994) ou insuficiência cardíaca (Strunk & Wilson, 2003). Podem ainda justificar alguns dos sinais apresentados, como bradicardia ou arritmias (Goodman, 1996¹⁰ citado por Strunk & Wilson, 2003).

O diagnóstico de doenças cardíacas em animais selvagens vivos não é frequente, pelo que as necrópsias assumem particular relevo. Todavia, existem poucos estudos que determinem a relação entre os sinais histopatológicos, encontrados acidentalmente por esta via, e o quadro clínico do animal (Cooper, 2002; Jones, 2008).

¹⁰ Goodman, G.J. (1996). Metabolic disorders. In W.J. Rosskopf & R.W. Woerpel (Eds.), *Diseases of cage and aviary birds*. (3rd ed.). (pp.470-479). Baltimore: Williams & Wilkins.

4. OBJECTIVOS DO ESTUDO

O objectivo primordial do presente estudo consiste na determinação de valores de referência radiográficos para a largura da silhueta cardíaca em águias-de-Bonelli. Deste modo, pretende-se contribuir para a investigação médica desta classe (Aves) e, sobretudo, de espécies emblemáticas que se encontram ao abrigo de programas de conservação, como são as grandes águias ibéricas. Os valores de referência obtidos, em seguida apresentados e analisados, constituem uma ferramenta de apoio ao clínico na interpretação radiográfica da silhueta cardíaca, configurando como um instrumento de comparação e extrapolação para outras aves de rapina de grande porte, face ao reduzido número de espécies em que as dimensões normais do coração se encontram documentadas. O médico-veterinário de clínica de animais silvestres beneficia, assim, de informação radiológica, sob a forma de cardiomegália ou microcardia, que suporte o diagnóstico de doença cardíaca, baseado na anamnese e/ou no exame físico. O conhecimento do tamanho expectável do coração para cada espécie permite, ainda, aferir sobre a normalidade dos órgãos que o envolvem, nomeadamente o fígado e, desta forma, constituir mais um dado para o complexo processo diagnóstico desenrolado pelo clínico.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Caracterização da amostra

Da amostra do presente estudo retrospectivo fazem parte vinte indivíduos da espécie *Aquila fasciata*, dos quais onze são machos e nove são fêmeas, determinados mediante sexagem genética (tabela 2). Todos os indivíduos incluídos são adultos ou subadultos (tabela 2), estando pelo menos no quarto ano de vida no momento do exame radiográfico, e pertencendo ao programa de reprodução em cativeiro que se desenrola em instalações do GREFA (figura 5), onde estão alojados em pares e são alimentados diariamente com pintos do dia, codornizes, ratazanas ou coelhos.

Tabela 2 – Caracterização da amostra consoante o género e a idade dos indivíduos.

N	Género		Idade	
	Machos	Fêmeas	Subadultos	Adultos
20	11	9	2	18

N representa o número de indivíduos pertencentes à amostra (n=20).

Segundo García, Moreno-Opo e Tintó (2013), os indivíduos de águia-de-Bonelli que se encontrem no 3º ou 4º ano de calendário são subadultos, enquanto os que se encontrem a partir do 5º ano de calendário, inclusive, são adultos.

Figura 5 – Casal reprodutor de águia-de-Bonelli nas instalações destinadas ao programa de reprodução em cativeiro do GREFA.



O hospital de fauna selvagem do GREFA realiza, regularmente, exames clínicos às espécies que mantém integradas no programa de reprodução. Esta avaliação ocorre sobretudo após a época reprodutiva, coincidindo com o Verão, sendo os exemplares de

águia-de-Bonelli sujeitos a exame físico, recolha de amostras sanguíneas e realização de exame radiográfico, em projecção ventrodorsal e incluindo todo o corpo. Nesse momento, apenas são tomadas outras amostras ou realizadas outras projecções na existência de indicação clínica. Todas as águias-de-Bonelli foram examinadas no Verão do ano de 2013, nos dias 30 e 31 de Julho e 14 de Agosto, sendo esse o momento de realização das radiografias que serviram de material ao presente estudo retrospectivo. Considerando, contudo, a impreterível necessidade que as mesmas gozem de um correcto posicionamento – um mau posicionamento constitui um critério de exclusão do presente estudo – e o número reduzido da amostra, dois exames radiográficos desse ano foram substituídos por outros do ano seguinte, em que os indivíduos em causa se encontravam correctamente posicionados. Essas duas aves foram radiografadas a 10 de Julho de 2014, na mesma época sazonal – o período pós-reprodutivo – contando com a participação da estagiária.

O exame físico que precedeu ao exame radiográfico comprovou o estado de saúde dos animais, a par da atenta e experiente avaliação diária do seu comportamento pelo responsável do programa de reprodução. Nenhum dos animais apresentou qualquer sinal de doença cardiovascular, como intolerância ao exercício e dispneia (que não atribuível ao *stress*), nem alteração laboratorial nas análises hematológicas e bioquímicas digna de registo, os quais representariam factores de exclusão. Ainda que o principal motivo de ingresso no GREFA seja a cedência por outros centros de recuperação espanhóis, a fim de integrar o programa de reprodução em cativeiro, outras razões estão na origem da entrada dos espécimes, tais como perseguição directa (disparo), doença natural e electrocussão. Estas duas últimas, causa de admissão em apenas um indivíduo cada, podem ter repercussões a nível do sistema cardiovascular. Ainda assim, nos referidos animais pode ser considerado que está salvaguardada a sua condição de saúde, uma vez que já se encontram nas instalações do centro há um longo período de tempo, sem apresentação de sintomatologia clínica.

A massa corporal dos animais em estudo encontrou-se compreendida entre 1550 e 2780 gramas, sendo a média 2091 gramas, e como esperado, consideravelmente superior em fêmeas. A frequência cardíaca média registada foi de aproximadamente 300 batimentos por minuto, enquanto a frequência respiratória média foi de cerca de 60 ciclos por minuto, ambas tomadas antes da restante exploração física, de forma a minimizar os efeitos do *stress* associado à exploração semiótica nestes parâmetros. Por esta razão, também a colheita de sangue foi realizada de imediato. Tanto a massa corporal dos animais como as frequências cardíaca e respiratória são apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Valores médios, máximos e mínimos das variáveis massa corporal, frequência cardíaca e frequência respiratória, para machos, fêmeas e totalidade dos indivíduos, obtidos imediatamente antes do procedimento radiográfico.

Género	Massa corporal (g)			FC (bpm)			FR (cpm)		
	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Machos	1791	1550	2255	303	196	368	65	36	126
Fêmeas	2457	2250	2780	309	232	388	56	36	72
Total	2091	1550	2780	306	196	388	61	36	126

A massa corporal está apresentada em gramas (g). FC representa a frequência cardíaca em batimentos por minuto (bpm) e FR a frequência respiratória em ciclos por minuto (cpm).

5.2. Equipamento radiográfico

O aparelho de raios-X utilizado para a obtenção de todas as imagens radiográficas foi o mesmo INTECH S.L., Futura 10. Na maioria dos casos (n=18) foi usada radiologia convencional, sendo a imagem gravada em película (Fujifilm SHR-U). As cassetes usadas foram REGIUS cassette RC-300, Konica Minolta. Os dois exemplares que haviam sido incorrectamente posicionados em 2013 e que, por isso, têm as suas imagens radiográficas datadas do ano seguinte, incluem-se já na radiologia computadorizada. A grande diferença é que a imagem é registada numa placa de fósforo especial, sendo processada por um leitor adaptado (REGIUS Σ II, Konica Minolta) e transferida directamente para o computador, onde é guardada a imagem digital, através de um *software* de tratamento da imagem (ImagePilot, Konica Minolta).

As variáveis do equipamento seleccionadas foram 40 quilovolts (kV) e 3,2 miliamperes (mA), as quais se encontram tabeladas, consoante a classe taxonómica e massa corporal do animal, na sala de radiografia do GREFA. A distância foco-filme foi aproximadamente 1 metro, como recomendado (Ginja et al., 2008).

5.3. Procedimento radiográfico

As radiografias foram executadas sem a utilização de anestesia, uma vez que a manipulação destes animais, que são mantidos em cativeiro, em ambiente calmo e por pessoas experientes, foi considerada não acarretar mais *stress* para a ave que a indução anestésica com gás volátil. Ainda assim, foi garantida antecipadamente a preparação de todos os materiais e tarefas necessários à realização do exame e à contenção da ave, incluindo a própria anestesia, face à possibilidade da mesma ser considerada benéfica no procedimento radiográfico de algum dos indivíduos em questão. Um capuz, adaptado ao

tamanho da cabeça da espécie, foi colocado ainda antes de deslocar a ave da sala de enfermaria para a de radiografia, mantendo-se até ao termo dos procedimentos clínicos. A ave é, então, deitada em decúbito dorsal sobre a cassete que se encontra em cima da mesa (*table top*), técnica esta que permite reduzir ao máximo a distância entre o animal e a cassete e, subsequentemente minimizar artefactos como a ampliação (Ginja et al., 2008). Para um correcto posicionamento ventrodorsal, foi assegurada a simetria da ligeira extensão das asas lateralmente e dos membros pélvicos caudalmente. A contenção da ave neste posicionamento necessitou exclusivamente de fita adesiva radiotransparente ou sacos de areia colocados no pescoço, região carpal de ambas asas e região tarsometatársica. A figura 6 ilustra o posicionamento aplicado no GREFA para a avaliação radiográfica, na projecção VD, seguindo as instruções padronizadas, anteriormente descritas no subcapítulo 3.4.3.

Figura 6 – Posicionamento em decúbito dorsal de juvenil de água-de-Bonelli para a realização do procedimento radiográfico na projecção VD. A contenção do animal é feita com a utilização de capuz e fita adesiva radiotransparente.

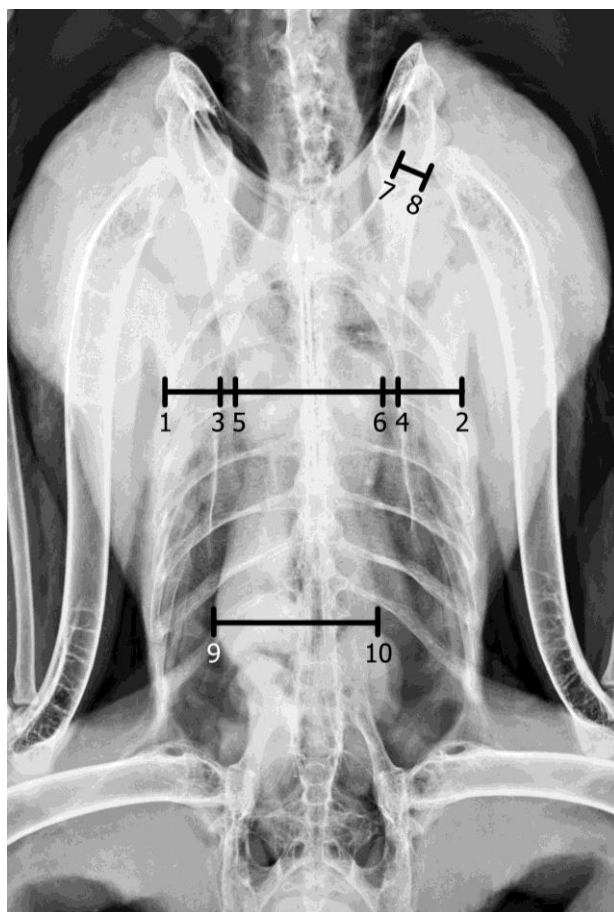


O exame radiográfico em projecção LL apenas é realizado na existência de indicação médica, uma vez que o seu correcto posicionamento é mais difícil de obter e incómodo para a ave, requerendo a utilização de anestesia. Tendo em consideração que as radiografias utilizadas neste estudo foram tomadas com o objectivo concreto de vigiar o estado hígido dos indivíduos mantidos nas instalações do GREFA, a incorporação da projecção LL e, consequentemente, do procedimento anestésico na avaliação rotineira destas aves não foi considerada necessária.

5.4. Procedimento de medição

As medições foram realizadas com régua directamente sobre a película radiográfica colocada numa superfície luminosa plana. As duas imagens radiográficas de 2014 foram medidas utilizando o programa AutoCAD ® 2012, uma vez que foram já processadas e guardadas em formato digital computadorizado. Para todos os indivíduos foram mensuradas, na projecção ventrodorsal, cinco larguras: a da silhueta cardíaca (também designada, do coração), no seu ponto mais amplo; a do esterno, ao mesmo nível da anterior; a do tórax, também ao mesmo nível da primeira; a do coracóide, imediatamente caudal à superfície de articulação com o úmero; e a da silhueta hepática (também designada, do fígado), no seu ponto de maior amplitude. Estas medições são ilustradas na figura 7.

Figura 7 – Radiografia em projecção VD de um dos exemplares de águia-de-Bonelli, exemplificando os pontos de medição usados no presente estudo.



A largura do tórax é medida entre 1 e 2, a do esterno entre 3 e 4, a da silhueta cardíaca entre 5 e 6, a do coracóide entre 7 e 8, e a da silhueta hepática entre 9 e 10.

5.5. Análise estatística

As variáveis analisadas foram as cinco larguras mensuradas, bem como os rácios entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do esterno, entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide e entre a largura da silhueta cardíaca e a largura da silhueta hepática. Para tal, utilizou-se o programa R© versão 3.1.2 (*The R Foundation for Statistical Computing*, 2014) e sua extensão, R Commander ©.

A análise das larguras mensuradas foi feita com recurso a métodos de estatística descritiva, obtendo-se a média, desvio-padrão, valores mínimos e máximos.

O teste de Shapiro-Wilk foi o escolhido para testar a normalidade dos rácios obtidos, utilizando-se testes paramétricos no processo de estatística inferencial (Friedrichs et al., 2010). O intervalo de confiança escolhido foi de 90%. Os valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

O coeficiente de correlação Pearson (r) foi utilizado para testar a correlação entre a largura da silhueta cardíaca e as restantes referências anatómicas.

O agrupamento dos indivíduos em classes de idade, sexo ou qualquer outra variável não foi efectuado, tendo em conta a pequena dimensão da amostra (Friedrichs et al., 2010). A existência de resultados aberrantes (*outliers*) foi pesquisada segundo o método de Dixon (Friedrichs et al., 2010).

6. RESULTADOS

As variáveis analisadas apresentaram uma distribuição normal, não se tendo detectado quaisquer valores aberrantes (*outliers*) pelo método utilizado.

A caracterização estatística das medições efectuadas nas imagens radiográficas dos vinte exemplares de águia-de-Bonelli encontra-se sintetizada na tabela 4. Os resultados obtidos revelam que a média (\pm desvio-padrão) da largura da silhueta cardíaca foi $37,55 \pm 2,19$ mm, a qual tomou ainda como valor mínimo 33 mm e como valor máximo 41 mm. Já a largura do esterno foi $43,30 \pm 2,69$ mm, a do tórax $71,47 \pm 4,46$ mm, a do coracóide $6,40 \pm 0,53$ mm e a da silhueta hepática $42,55 \pm 2,91$ mm. A apresentação detalhada de todas as larguras medidas para todos os indivíduos (numerados de 1 a 20) está disponível no anexo 2.

Tabela 4 – Medições obtidas para a avaliação radiográfica da silhueta cardíaca em vinte exemplares de águia-de-Bonelli, na projecção VD.

Variável (mm)	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Largura do coração	37,55	2,19	33,00	41,00
Largura do esterno	43,30	2,69	39,00	47,50
Largura do tórax	71,47	4,46	64,00	80,00
Largura do coracóide	6,40	0,53	5,50	7,00
Largura do fígado	42,55	2,91	38,00	48,00

O intervalo de referência para o rácio entre a largura da silhueta cardíaca e cada uma das outras referências anatómicas mensuradas está ilustrado na tabela 5. Os resultados do presente estudo sugerem que, em águias-de-Bonelli saudáveis, a largura da silhueta cardíaca constitui entre 81 a 93% da largura do esterno e entre 48 a 57% da largura do tórax. A largura da silhueta cardíaca pode compreender, ainda, 506 a 673% da largura do coracóide. Os rácios calculados para cada um dos indivíduos incluídos na amostra (numerados de 1 a 20) estão presentes no anexo 3.

A maior correlação evidenciada foi entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do esterno ($r=0,83$; $p < 0,001$). A correlação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax foi também muito forte ($r=0,70$; $p < 0,001$). Já a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide encontram-se moderadamente correlacionadas ($r=0,55$; $p < 0,05$), enquanto a largura da silhueta hepática não está significativamente correlacionada com a largura da silhueta cardíaca ($r=0,34$; $p=0,14$), considerando valores de $p < 0,05$ como estatisticamente significativos.

Tabela 5 – Intervalos de referência para os rácios calculados entre a largura da silhueta cardíaca e a largura das outras referências anatómicas, com base nas medições efectuadas na imagem radiográfica, em projecção VD, de vinte águias-de-Bonelli.

Variável	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Limite inferior (IC 90%)		Limite superior (IC 90%)	
LSC / LE	0,87	0,03	0,80	0,91	0,81	(0,79 – 0,83)	0,93	(0,91 – 0,95)
LSC / LT	0,53	0,02	0,48	0,57	0,48	(0,46 – 0,49)	0,57	(0,56 – 0,59)
LSC / LCo	5,89	0,43	5,00	6,91	5,06	(4,79 – 5,32)	6,73	(6,46 – 6,99)
LSC / LSH	0,89	0,06	0,77	1,00	0,77	(0,72 – 0,80)	1,01	(0,97 – 1,05)

LSC / LE = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Esterno; LSC / LT = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Tórax; LSC / LCo = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Coracóide; LSC / LSH = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Silhueta Hepática.

IC representa um Intervalo de Confiança.

A relação entre a largura da silhueta cardíaca, tomada como variável independente, e a largura do esterno, do tórax, do coracóide e da silhueta hepática, tomadas como variáveis dependentes, é representada visualmente sob a forma de gráfico de dispersão (gráficos 4 – 7).

A relação entre a largura da silhueta cardíaca (LSC) e a largura esternal (LE) pode ser definida como: $LSC \text{ (cm)} = 0,82 + 0,68 LE \text{ (cm)}$. Já a relação entre a largura da silhueta cardíaca (LSC) e a largura torácica (LT) expressa-se do seguinte modo: $LSC \text{ (cm)} = 1,30 + 0,34 LT \text{ (cm)}$. Paralelamente, a relação entre a largura da silhueta cardíaca (LSC) e a largura do coracóide (LCo) é demonstrada pela equação: $LSC \text{ (cm)} = 2,31 + 2,26 LCo \text{ (cm)}$. A relação entre a largura da silhueta cardíaca (LSC) e a largura da silhueta hepática (LSH) exprime-se como: $LSH \text{ (cm)} = 2,68 + 0,25 LSH \text{ (cm)}$.

Gráfico 4 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura esternal, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.

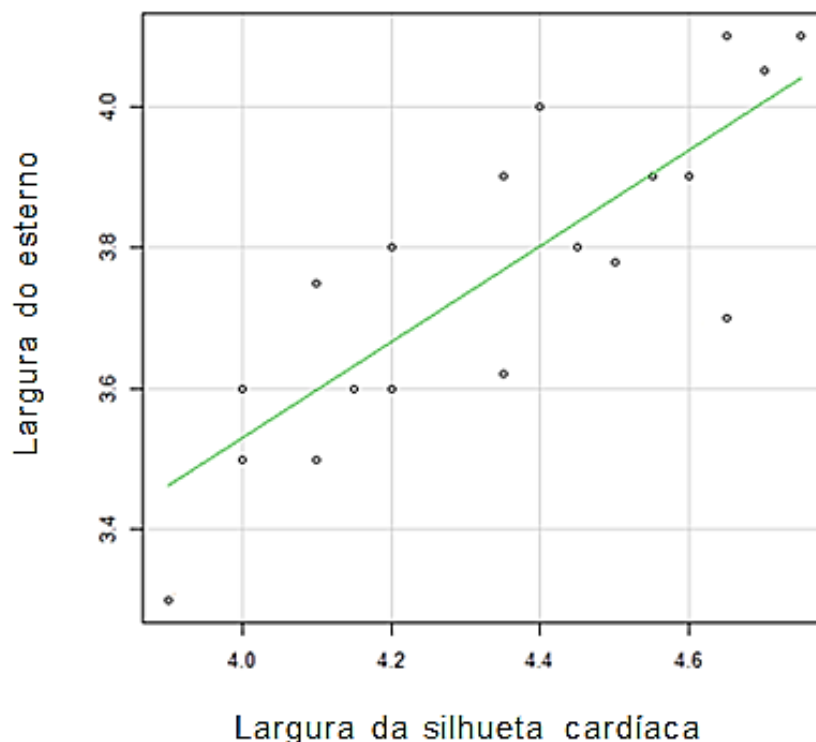


Gráfico 5 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura torácica, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.

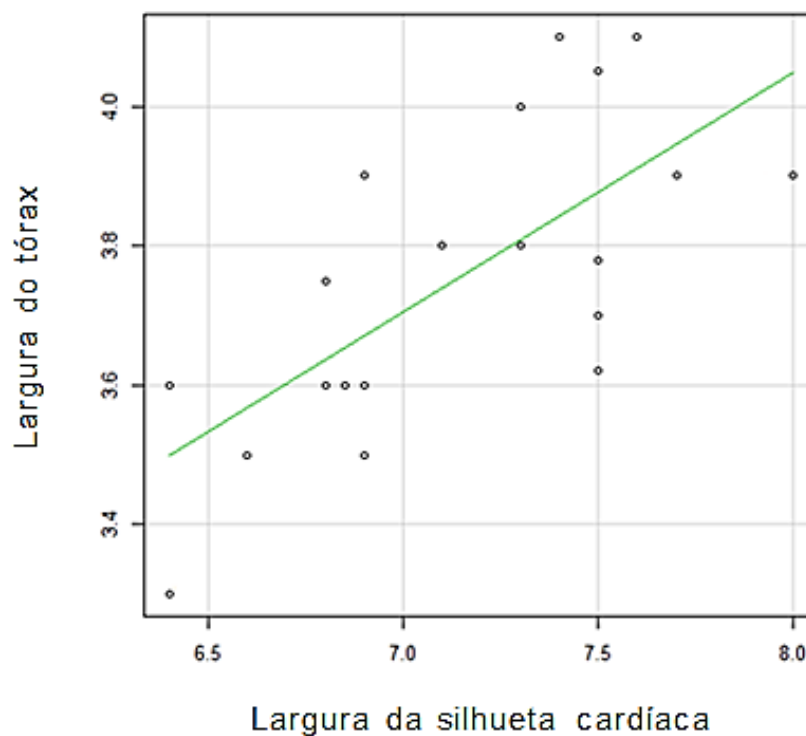


Gráfico 6 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.

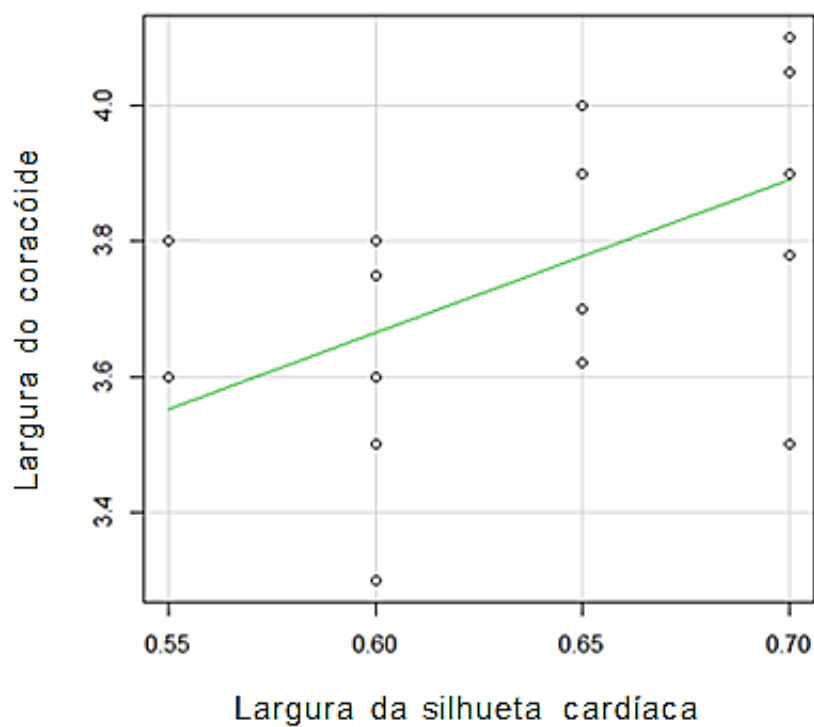
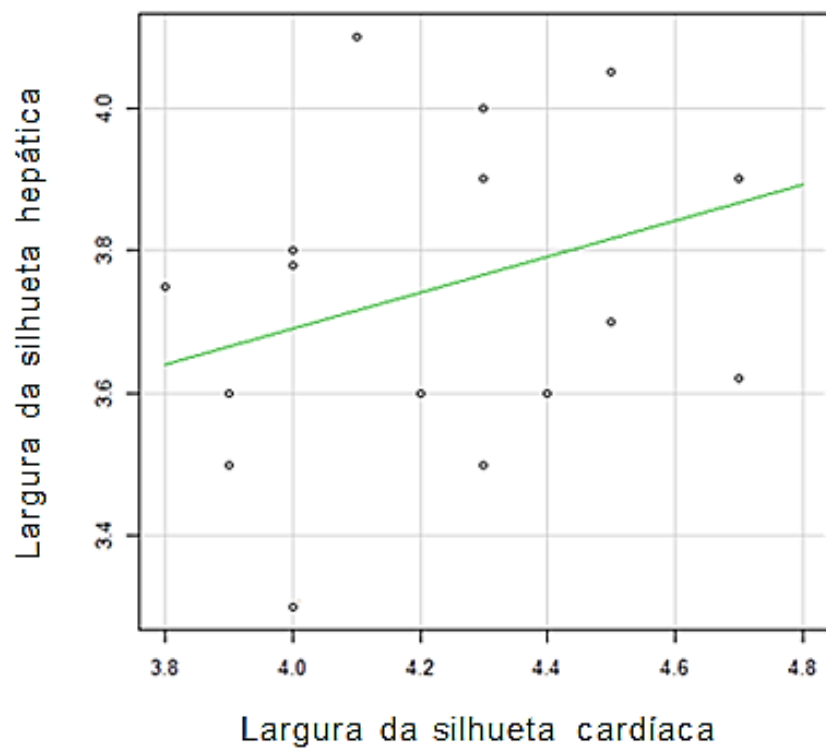


Gráfico 7 – Gráfico de dispersão ilustrando a relação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura da silhueta hepática, na projecção VD da imagem radiográfica de vinte águias-de-Bonelli.



7. DISCUSSÃO

O presente estudo contribui para a avaliação do tamanho do coração, seja pela demonstração da metodologia utilizada, seja pelos valores de referência obtidos, já que a largura da silhueta cardíaca correlacionou-se significativamente com a largura do esterno, do tórax e do coracóide, pelo que pode aquela ser inferida com recurso a estas estruturas anatómicas.

7.1. Escolha dos materiais e métodos

7.1.1. Selecção e caracterização da amostra

Os critérios de inclusão utilizados, os quais se encontram descritos no subcapítulo 5.1., visaram a protecção da amostra usada no estudo estatístico face a factores de variação.

No que diz respeito à massa corporal dos exemplares de águia-de-Bonelli, esta deve compreender-se entre 1600 a 2400 g (Samour, 2006). O valor mínimo observado nos espécimes deste estudo (1550 g) encontra-se junto ao limite inferior e a média da massa corporal (2091 g) dentro do referido intervalo. No entanto, o valor máximo registado (2780 g) acha-se acima do encontrado na literatura, o que pode ficar a dever-se às condições de vida destes indivíduos em cativeiro: reduzida actividade física e forte suplementação alimentar. Tomando por base o peso destas aves, a frequência cardíaca esperada inclui-se entre 120 a 210 bpm e a frequência respiratória entre 25 a 30 cpm (adaptado de King & McLelland, 1981¹¹, citado por Ritchie, Harrison & Harrison, 1994). Os valores contabilizados nestes exemplares foram, todavia, consideravelmente superiores (tabela 3), possivelmente devido a um aumento fisiológico associado ao *stress*, ou por característica da espécie, uma vez que os intervalos encontrados na literatura não distinguem diferentes espécies de aves, mas apenas a massa corporal.

7.1.2. Selecção das estruturas anatómicas para medição

A escolha das estruturas anatómicas mensuradas, a par da silhueta cardíaca e com o intuito de lhe servirem de comparação, teve por base os estudos publicados em matéria de avaliação radiográfica do tamanho da silhueta cardíaca em aves. A largura da cavidade celómica, para efeitos práticos designada como largura do tórax, acedida ao nível da quinta vértebra torácica, foi o primeiro parâmetro escolhido para servir de comparação à largura da silhueta cardíaca, mensurada nos átrios, na projecção VD, por McMillan (1994). Hanley et al. (1997) introduziram a largura do esterno e do coracóide, também na projecção VD, a par da

¹¹ King, A.S. & McLelland, J. (1981). *Form and function in birds*. (vol. 2). London: Academic Press.

largura do tórax, sendo que a partir deste estudo as larguras do esterno e do tórax são medidas ao mesmo nível da largura da silhueta cardíaca, que é mensurada no seu ponto de maior amplitude. Straub et al. (2002) fizeram uso da largura do tórax e do coracóide, na projecção VD, acrescentando-lhe o comprimento do esterno, medido no animal. No estudo de Barbon et al. (2010), a largura da silhueta cardíaca foi avaliada face à largura do tórax e à largura do coracóide, no plano VD, enquanto o comprimento da silhueta cardíaca foi correlacionado com o comprimento do esterno, no plano LL. Já Lumeij et al. (2011) testaram a relação da largura da silhueta cardíaca com as larguras esternais e torácicas, em respiração espontânea e em insuflação por pressão positiva. Muito recentemente, Velayati et al. (2015) utilizaram a largura do tórax, coracóide e sinsacro, além da distância entre as duas clavículas e entre a terceira e quarta costelas.

A investigação em questão seleccionou a largura do tórax, esterno e coracóide, em função dos resultados obtidos na referida literatura – existência de correlação significativa com a silhueta cardíaca. Apenas a projecção VD foi considerada, pelas razões adiante descritas. Além disso, um dos aspectos cruciais da escolha prendeu-se com a facilidade de visualização das estruturas em radiografias, conferindo a este estudo praticabilidade clínica. Ao contrário do que acontece com o tórax, a medição da largura do esterno e do coracóide não se encontra sujeita a alteração consoante a fase da respiração, já que se tratam de estruturas ósseas. Enquanto alguns autores sugerem que a influência dos movimentos torácicos associados à respiração pode não ser significativa (Hanley et al., 1997; Straub et al., 2002), Lumeij et al. (2011) mostraram que o rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax foi significativamente reduzido pelo aumento na largura do tórax, durante a insuflação por pressão positiva. Assim, a largura do esterno revelar-se-á um parâmetro de maior precisão quando comparado com a largura do tórax (Lumeij et al., 2011). A utilização do coracóide como estrutura anatómica de referência tem sido justificada pelo seu valor enquanto componente rígido do esqueleto (Barbon et al., 2010; Velayati et al., 2015).

A inclusão da largura da silhueta hepática nas medições efectuadas neste estudo prende-se com a sua participação, em conjunto com a silhueta cardíaca, na cintura cardiohepática ou silhueta visceral central. A observação da forma em ampulheta criada por estes dois órgãos tem sido parte integrante da interpretação da imagem radiográfica. No entanto, o valor do fígado enquanto referência anatómica pode ser questionável, porquanto o seu tamanho pode sofrer alterações decorrentes do desenvolvimento de doença. Por outro lado, a sua posição é menos estática que a das restantes estruturas mensuradas, sendo ainda os seus contornos mais difíceis de visualizar radiograficamente, sobretudo por sobreposição com o proventrículo.

7.1.3. Metodologia de avaliação dos intervalos de referência

Os valores de referência são uma das ferramentas mais utilizadas no processo de decisão clínica, constituindo intervalos de referência que comprimem usualmente 95% dos indivíduos aparentemente saudáveis (Boyd, 2010; Friedrichs et al., 2010). Caracterizam-se, por um lado, pela simplicidade do seu uso e aceitação por parte dos clínicos, por outro, pela inflexibilidade a que estão associados, não tomando em consideração a história ou outros resultados do caso clínico, além de poderem derivar de uma população diferente à do animal que é posteriormente testado (Boyd, 2010).

Em medicina veterinária, sobretudo na área dos animais selvagens, o recurso a amostras de pequenas dimensões é frequente, o que acarreta um maior grau de incerteza associado ao intervalo de referência (Friedrichs et al., 2010). A utilização de intervalos de confiança de 90% neste estudo prende-se, então, com a intenção de enaltecer a incerteza nos limites inferiores e superiores, face ao reduzido tamanho da amostra (Friedrichs et al., 2010; Friedrichs et al., 2012). Em rigor, algum grau de incerteza estará sempre presente, em consequência dos critérios de definição de saúde e da possibilidade de existir doença subclínica em alguns indivíduos (Katayev, Balciza & Seccombe, 2010).

Friedrichs et al. (2010) definem que para uma amostra compreendida entre 20 a 40 exemplares, como é a utilizada neste estudo, os intervalos de referência devem ser calculados através de um método robusto, se os dados não seguem uma distribuição normal, ou de um método paramétrico, na presença de uma distribuição normal. O teste de Shapiro-Wilk, recomendado quando a amostra é inferior a 50, confirmou a normalidade da distribuição, pelo que foram empregados métodos paramétricos na avaliação estatística dos dados.

A avaliação da existência de valores aberrantes (*outliers*) assumiu forte relevância neste estudo por duas principais razões: o reduzido tamanho da amostra amplifica os efeitos de cada um destes valores anormais nos intervalos de referência estimados (Friedrichs et al., 2010), além de que em animais selvagens é frequente que a saúde seja mais difícil de substanciar e que os próprios meios de diagnóstico introduzam um elevado grau de imprecisão, uma vez que devem realizar-se o mais rapidamente possível, a fim de causarem o mínimo de *stress* ao animal (Friedrichs et al., 2010). Em estudos desta natureza, o método estatístico Dixon é considerado o mais apropriado na pesquisa de valores aberrantes, tendo, por isso, sido o usado.

Face à amostra disponível, considerou-se não trazer vantagens a divisão da mesma em subclasses, com base no género ou na idade, uma vez que não esperadas diferenças significativas de acordo com o verificado por Barbon et al. (2010) e Velayati et al. (2015). Ademais, o agrupamento em subclasses justifica-se na existência de indicações clínicas

claras ou quando se dispõem de pelo menos quarenta indivíduos em cada subclasse (Friedrichs et al., 2010), não se verificando neste estudo nenhuma dessas duas premissas. Ainda assim e ao contrário do que acontece frequentemente em outros trabalhos (Hanley et al., 1997; Lumeij et al., 2011), todos os animais incluídos nesta investigação têm o seu sexo determinado por análise genética.

As duas radiografias realizadas a 10 de Julho de 2014, pertencentes aos dois exemplares que haviam sido mal posicionados no verão de 2013, foram validadas empiricamente por observação dos resultados das medições que delas derivaram.

7.2. Interpretação dos resultados

A largura da silhueta cardíaca deve estar compreendida entre 81 a 93% da largura do esterno, 48 a 57% da largura do tórax, 506 a 673% da largura do coracóide e 77 a 101% da largura da silhueta hepática. O intervalo de referência obtido para cada um dos rácios foi, como é possível apreciar, relativamente amplo, à semelhança do verificado nos parâmetros fisiológicos – massa corporal, frequência cardíaca e frequência respiratória (tabela 3) – sugerindo alguma variabilidade individual intra-específica. Por esta razão, o clínico beneficia largamente da existência de radiografias de rotina do animal, pois servem de meio de comparação, numa situação em que suspeite que o mesmo possa estar a desenvolver doença cardiovascular.

O rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do esterno foi o que registou maior correlação e, como tal, a largura do esterno apresenta-se, neste estudo, como a referência anatómica de eleição para a comparação com a largura da silhueta cardíaca em águia-de-Bonelli, no que se refere à significância dos resultados. Paralelamente, Lumeij et al. (2011) descrevem este parâmetro como o mais preciso, quando em comparação com a largura do tórax, uma vez que a razão obtida entre a largura da silhueta cardíaca e largura do esterno não foi afectada pela insuflação, ao contrário do que se sucedeu com a razão entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, a qual se viu significativamente reduzida, face a um aumento do denominador durante a insuflação. Como consequência, a diferença entre a largura previsível da silhueta cardíaca e a mensurada na ave foi significativamente menor quando a equação usada para determinar a largura previsível incluía a largura do esterno. O comprimento esternal revelou-se fortemente correlacionado, tanto com a largura da silhueta cardíaca quando mensurado directamente no animal (Straub et al., 2002), como com o comprimento da silhueta cardíaca quando mensurados na projecção LL (Barbon et al., 2010), porém não foi utilizado no presente estudo.

A largura do tórax apresenta-se, também, como uma medida com forte correlação com a largura da silhueta cardíaca, tal como vem acontecendo em outras espécies (Straub et al.,

2002; Barbon et al., 2010; Velayati et al., 2015). Importa referir que se trata da única referência anatómica mensurada em todos os estudos efectuados, até à data, que visam a determinação de valores de referência para a silhueta cardíaca em espécies de aves. Neste sentido, o rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax assume-se como parâmetro de eleição para a comparação entre as diferentes espécies, em conjunto com o pressuposto de que aves de menores dimensões possuem corações proporcionalmente maiores (Lumeij & Ritchie, 1994; Dzialowski & Crossley, 2015). De facto, o valor médio do rácio encontrado em psitacídeos de tamanho pequeno a médio – 0,62 no periquito-comum (Velayati et al., 2015) e 0,57 no papagaio-do-Senegal (Straub et al., 2002) – é superior ao verificado para psitacídeos de maiores dimensões, como o papagaio-amazónico (0,54) e o papagaio-africano (0,56) (Straub et al., 2002). No entanto, os valores de referência calculados em aves de rapina por Barbon et al. (2010) são completamente antagónicos ao referido pressuposto, uma vez que estas aves (lanário, falcão-peregrino e falcão-sacre) exibiram, em geral, rácios (0,68; 0,69; 0,68, respectivamente) bastante superiores aos apresentados em psitacídeos, quando são de maior envergadura. O bútio-de-Harris, contudo, apresenta um rácio (0,58) inferior ao calculado em falcões, apesar de possuir semelhante envergadura, o que é justificado, segundo os autores desse estudo, pela maior actividade de voo desenvolvida pelos falcões, com consequente aumento do tamanho do coração (Barbon et al., 2010). A águia-de-Bonelli é a espécie de maior envergadura de entre as consideradas para a avaliação da silhueta cardíaca, com excepção do ganso-canadiano, para o qual, todavia, não se encontram disponíveis rácios que permitam a rápida comparação entre a silhueta cardíaca e outra estrutura anatómica, mas antes uma equação que determina a largura expectável da silhueta cardíaca em função das larguras do esterno e tórax (Hanley et al., 1997). O rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax, na projecção VD, em águia-de-Bonelli está compreendido entre 0,48 e 0,57 ($\mu=0,53$), pelo que é possível afirmar que, nesta espécie, a largura do coração deverá ser cerca de metade da largura da cavidade celómica. Ademais, o rácio encontrado pode ser considerado o menor de entre todos os aqui analisados, o que está em sintonia com a pressuposição que aves de maiores dimensões possuem corações relativamente menores (Lumeij & Ritchie, 1994; Dzialowski & Crossley, 2015). Ainda assim e à luz de todos os resultados disponíveis, é aconselhável que a relação entre o tamanho do coração e do animal se estabeleça de forma individual para cada espécie (Lumeij et al., 2011). Os rácios para diferentes espécies, obtidos nos estudos de que a autora dispôs, encontram-se sintetizados na tabela 6, sob a forma de valor médio, com o intuito de facilitar a comparação com o resultado encontrado na presente dissertação.

Tabela 6 - Valor médio dos rácios obtidos (%) entre a largura da silhueta cardíaca e as larguras do tórax e do coracóide, no plano ventrodorsal (VD), descrito na literatura para várias espécies de aves e incluindo os resultados do presente estudo.

Espécie	Valor médio do rácio (%)		Referência bibliográfica
	LSC / LT	LSC / LCo	
Águia-de-Bonelli	53	589	
Bútio-de-Harris	58	706	Barbon et al., 2010
Falcão-peregrino	69	861	Barbon et al., 2010
Falcão-sacre	68	900	Barbon et al., 2010
Lanário	68	839	Barbon et al., 2010
Papagaio-africano	56	593	Straub et al., 2002
Papagaio-do-Senegal	57	624	Straub et al., 2002
Papagaio-amazónico	54	599	Straub et al., 2002
Periquito-comum	62	734	Velayati et al., 2015

LSC / LT = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Tórax; LSC / LCo = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Coracóide.

Somente o valor médio de cada um dos rácios é exibido, a fim de garantir a homogeneidade dos resultados apresentados para comparação.

Em águia-de-Bonelli, a correlação entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do coracóide aparenta ser moderada. Ao contrário da largura do tórax e do esterno, a largura do coracóide não se tem relacionado uniformemente com a silhueta cardíaca nas diferentes espécies estudadas. Em psitacídeos de tamanho médio, a correlação alcançada foi forte (Straub et al., 2002), enquanto em aves de rapina apenas moderada (Barbon et al., 2010). Já em periquitos, a largura da silhueta cardíaca não se correlacionou de forma significativa com a largura do coracóide, à semelhança do que se verificou com a largura do sinsacro, distância entre as duas clavículas e distância entre a terceira e quarta costelas (Velayati et al., 2015). A utilização da largura do coracóide tem-se prendido com a sua mais-valia enquanto componente esquelético rígido, controlando a influência da fase respiratória em outras estruturas mensuradas, como o tórax, sobretudo em estudos que não distingam se o disparo é realizado na inspiração ou expiração do animal (Barbon et al., 2010). Porém, o osso coracóide é uma estrutura de reduzidas dimensões quando comparado com as demais estruturas anatómicas avaliadas, ganhando mais impacto eventuais erros no procedimento de medição. Barbon et al. (2010) sugerem ainda que a variação do tamanho deste osso entre as diferentes espécies possa ser mínima, tornando o seu uso como referência pouco apropriado. Contudo, a análise das medições efectuadas em águia-de-Bonelli, psitacídeos de tamanho médio (Straub et al., 2002) e periquitos-comum (Velayati et al., 2015), pela

autora da presente dissertação, parece indicar que haja suficiente proporção entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do osso coracóide, para que este osso não seja descartado, por esta razão, enquanto referência anatômica. Não obstante e em comparação com as larguras esternal e torácica, a largura do coracóide exhibe uma localização mais distante, um posicionamento mais oblíquo e um tamanho mais díspar, em relação à silhueta cardíaca, factores que influem negativamente sobre a facilidade de uso e efeito prático deste parâmetro na rotineira avaliação do tamanho do coração pelo clínico. Os resultados obtidos para este rácio em estudos anteriores e no presente incluem-se na tabela 6.

Considerando que a largura da silhueta hepática não se encontra significativamente correlacionada com a largura da silhueta cardíaca em águias-de-Bonelli, a apresentação gráfica e sob a forma de equação de regressão desta correlação não deve ser usada na apreciação clínica da dimensão do coração, constando neste documento apenas pelo seu valor académico. Ainda assim, seria pertinente a utilização desta silhueta em futuros estudos similares, a fim de conferir se a mesma não se encontra, efectivamente, correlacionada com a largura da silhueta cardíaca, ou se os resultados presentes neste estudo sofreram o efeito de erros associados à amostra, à técnica radiográfica ou ao procedimento de medição. No estudo de Rettmer et al. (2011) a largura da silhueta cardíaca e da silhueta hepática na arara-azul encontraram-se correlacionadas e a média do seu rácio foi 86%, o que não difere grandemente do rácio obtido (89%) para a águia-de-Bonelli. A silhueta hepática constituiu a estrutura anatômica cuja medição se revelou mais desafiante para a autora do estudo, sobretudo pela sobreposição com o proventrículo. Além disso, esta víscera está mais susceptível a alterações na sua forma e tamanho, decorrentes de diversas perturbações ao estado de saúde do animal, além de possuir alguma mobilidade e plasticidade que, notoriamente, condicionam o rigor da medição.

Em suma, a largura do esterno, do tórax e do coracóide assumem-se como estruturas válidas para a avaliação da largura da silhueta cardíaca em águias-de-Bonelli, porquanto aquelas se encontram significativamente correlacionadas com esta. Os resultados, no capítulo anterior apresentados e aqui discutidos, cimentam a preferência das larguras esternal e torácica como referências anatômicas a utilizar na interpretação da imagem radiográfica do órgão cardíaco em espécies aviárias. A obtenção de rácios é de extrema utilidade para simplificar o apoio ao clínico na rápida análise da dimensão do coração, sobretudo se usada radiologia digital, com recurso a programas de tratamento da imagem que permitem a medição fácil e instantânea das estruturas e a sua comparação, tornando exequível a realização rotineira deste procedimento. O estabelecimento de equações que expressam a largura da silhueta cardíaca expectável, com base na sua relação com a largura do esterno e/ou do tórax, e que permitem a comparação deste valor teórico com o

medido no animal em causa tem maior aplicação em estudos aprofundados de casos clínicos particulares, pois requer um maior dispêndio de tempo por parte do médico-veterinário.

7.3. Limitações do estudo

7.3.1. Associadas à amostra

Os animais que vivem em cativeiro são comumente os elementos utilizados para a obtenção de informação em espécies selvagens, ainda que seja expectável que essa condição possa influenciar os resultados, já que existem algumas diferenças como a constante disponibilidade de alimento e a protecção face a determinadas doenças e acidentes. Por outro lado, podem estar mais susceptíveis a outras doenças e acidentes associados ao cativeiro, além de que a própria susceptibilidade ao *stress* pode ser diferente entre animais que vivem em ambiente selvagem ou em cativeiro. Ademais, não se utilizaram, neste trabalho, crias ou juvenis, pelo que a amostra não será, em rigor, representativa de todas as faixas etárias de indivíduos de águia-de-Bonelli que ingressam num centro de recuperação. Ainda assim, este estudo não seria possível se não existissem estes casais reprodutores no programa de reprodução em cativeiro do GREFA. O facto de se encontrarem em cativeiro permite homogeneizar as condições fornecidas a todos os indivíduos, diminuindo a variabilidade da amostra e controlando factores associados ao estudo, como o jejum de todas as aves antes do procedimento radiográfico. Além disso, não é expectável que a dicotomia liberdade/cativeiro influa consideravelmente sobre a dimensão do coração, pelo que os resultados obtidos neste estudo podem auxiliar o médico-veterinário na interpretação da silhueta cardíaca de qualquer águia-de-Bonelli.

Uma das maiores limitações dos estudos realizados em medicina veterinária, sobretudo em animais selvagens, prende-se com a dificuldade em dispor de amostras de grandes dimensões (Friedrichs et al., 2010). No caso particular deste estudo, a espécie é relativamente rara e os vinte indivíduos amostrados constituem uma fatia apreciável da população ibérica. Todavia, uma amostra pequena está mais sujeita à variabilidade biológica e anatómica ao nível do indivíduo, acarretando um maior grau de incerteza associado ao intervalo de referência estimado (Friedrichs et al., 2010).

Ao contrário do que seria ideal, nem sempre o número de exemplares estudados permite o seu agrupamento por classes etárias ou de género, entre outras variáveis que se sabe poderem influenciar os resultados obtidos (Balbotín & Ferrer, 2002; Boyd, 2010; Friedrichs et al., 2010), nomeadamente o ritmo circadiano (García-Rodríguez, Ferrer, Recio &

Castroviejo, 1987), a sazonalidade (Wolf, 1985¹² citado por Balbotín & Ferrer, 2002) ou o método usado (Bustamante & Traviani, 1994). Ainda assim, o género não tem representado uma variável considerada em estudos anteriores, pois não tem demonstrado associação significativa com a largura da silhueta cardíaca (Barbon et al., 2010; Velayati et al., 2015), além de que, em aves, é frequentemente indeterminado (Hanley et al., 1997; Lumeij et al., 2011). O agrupamento de indivíduos com base na sua faixa etária não se verificou em nenhuma das publicações acedidas, sendo que no presente trabalho a amostra não é suficientemente diversificada neste parâmetro para permiti-lo e nem todos os animais permitem a delimitação precisa da sua idade, por terem ingressado já adultos no centro. A massa corporal também não foi considerada, porque está sujeita a variações consoante a época sazonal, género e idade (Hanley et al., 1997). Em suma, mesmo na presença de um historial detalhado de todos os indivíduos, no qual se incluem o género, idade aproximada e diversas medições da massa corporal, não se considerou que a amostra fosse suficientemente extensa e diversificada para permitir o seu agrupamento em classes, além de que os resultados de estudos anteriores mostram que essa divisão é dispensável. À luz de toda a bibliografia consultada e considerando o pressuposto de que aves de maiores dimensões possuem corações relativamente mais pequenos, poderia ser expectável que a silhueta cardíaca de machos e animais mais jovens ou com menor condição corporal fosse tendencialmente maior, quando comparada com a dos outros indivíduos, ainda que provavelmente essa diferença não fosse suficiente para um resultado significativo.

A dificuldade em garantir de forma precisa a saúde dos animais amostrados pode ser considerada uma limitação do presente trabalho. Straub et al. (2002) adicionaram exames de ecocardiografia e ecocardiograma ao exame físico de todas as aves utilizadas, sob pretexto de serem as doenças cardíacas mais comuns do que calculado anteriormente. O presente estudo não incluiu esses dois exames, por questões práticas de gestão do tempo disponível para a avaliação de cada animal e com vista à diminuição do *stress* associado à sua contenção. De lembrar que o objectivo do exame radiográfico no momento de execução do mesmo limitava-se à monitorização do estado de saúde destes casais reprodutores, não incluindo a sua participação num estudo científico. Ademais, os animais amostrados encontram-se em cativeiro no próprio centro, sendo as condições ambientais e a alimentação controladas diariamente, bem como o comportamento exibido pelos casais, e o estado hígido avaliado periodicamente. A autora não dispôs de animais com doença cardiovascular, impossibilitando uma avaliação aprofundada, comparativa e abrangente da silhueta cardíaca.

¹² Wolf, S.H., Scriber, R.W., Kahana, L. & Torres, J.J. (1985). Seasonal, sexual and aged-related variation in the blood composition of the Brown Pelican (*Pelicanus occidentalis*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 82, 837-846.

O *stress* é também um factor pré-analítico difícil de objectivar e que poderá causar diferença entre animais selvagens mantidos em cativeiro ou capturados na natureza (Geffré et al., 2009). Porém, não é previsível que tenha um impacto significativo na imagem radiográfica, com possível excepção da medição da largura do tórax, devido ao aumento da frequência respiratória. O seu efeito prever-se-ia mais substancial na criação de valores de referência sanguíneos ou relativos às frequências cardíaca e respiratória, entre outros.

Uma das grandes limitações enfrentadas por este trabalho diz respeito ao escasso conhecimento sobre a influência que diversos factores podem ter na medição da silhueta cardíaca em aves, nomeadamente em que extensão a quantidade de gordura pericárdica ou o grau de distensão do tracto digestivo e sacos aéreos podem afectar a avaliação radiográfica do tamanho do coração (Straub et al., 2002).

7.3.2. Associadas ao procedimento radiográfico

O procedimento radiográfico poderá não ter sido extremamente escrupuloso, já que as radiografias foram tomadas com o objectivo de monitorizar o estado hígido dos casais reprodutores, complementando através da imagem radiográfica o exame clínico dos mesmos. Caso a inclusão num estudo científico constituísse o objectivo primordial, todos os detalhes relacionados com a técnica e o posicionamento seriam de um rigor impreterível, eliminando a necessidade de utilizar duas radiografias do ano seguinte, como se verificou, por mau posicionamento radiográfico. Deste modo, não foi realizada anestesia nos animais examinados, nem considerada a fase da respiração no momento do disparo. O recurso a anestesia volátil, mediante a inalação de isoflurano pelos exemplares de águia-de-Bonelli, teria permitido o exímio posicionamento das aves ou a eventual repetição do exame radiográfico. Por outro lado, poder-se-ia optar pela realização da radiografia em ambas as fases respiratórias – inspiração e expiração – ou, ainda em inspiração e em respiração espontânea, contribuindo para o estudo da influência da fase do ciclo respiratório, e movimentos celómicos craniais que lhe estão associados, no rácio entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do tórax.

A variabilidade associada ao operador pode estar presente neste estudo, até porque é política do GREFA a participação activa e constante dos seus voluntários e estagiários em todas as tarefas executadas no espaço do hospital, podendo estes ter contribuído para o procedimento radiográfico, ainda que supervisionados pelos médicos-veterinários do corpo clínico do GREFA. Ainda que todo o processo seja em geral relativamente simples, a contribuição dos estudantes acrescenta alguma inexperiência aos métodos utilizados, sobretudo a nível de posicionamento e escolha das constantes radiográficas. De facto, algumas radiografias gozaram de menor detalhe radiográfico, o que não pode, contudo, ser

apenas atribuível a factores relacionados com o operador, mas também com a qualidade dos materiais usados.

7.3.3. Associadas ao procedimento de medição

O procedimento de medição terá sido a componente prática deste trabalho que enfrentou maiores dificuldades. A medição da silhueta cardíaca, na sua largura e comprimento, seja na projecção VD ou LL, é limitada. Em ambas as projecções, a medição do comprimento da silhueta cardíaca é frequentemente complicada pela sobreposição do ápex cardíaco com os lobos hepáticos (Pees et al., 2006), o que acontece especialmente em aves face à ausência de diafragma. No plano LL, o ápex cardíaco é, ainda, sobreposto pelo esterno (Pees et al., 2006). Estas razões concorrem para a não utilização do comprimento da silhueta cardíaca, enquanto parâmetro de avaliação do tamanho do coração na imagem radiográfica de aves. Quanto à largura da silhueta cardíaca, a medição deve ser efectuada ao nível dos átrios, no ponto de máxima amplitude, em radiografias cujo correcto posicionamento garanta a sobreposição do esterno (quilha) com a coluna vertebral (Pees et al., 2006). Nem todas as imagens radiográficas incluídas neste estudo beneficiaram de um exímio alinhamento das estruturas mencionadas, no entanto, em apenas duas o posicionamento foi considerado inaceitável, sendo substituídas por radiografias do mesmo animal, na mesma época sazonal, mas do ano seguinte. Os resultados das restantes radiografias que não exibiram um alinhamento próximo da perfeição foram analisados e validados empiricamente, já que não se afastaram dos valores médios registados.

O menor contraste evidenciado em algumas imagens dificultou a distinção dos contornos das estruturas, aumentando a incerteza associada ao procedimento de medição. Deste modo, a precisão de algumas das mensurações efectuadas pode ter sido negativamente afectada pelo menor detalhe radiográfico e pela existência de zonas de penumbra.

As medições foram realizadas unicamente pela autora, eliminando a variabilidade associada à participação de vários operadores, mas amplificando a influência de erros associados ao indivíduo, especialmente considerando a inexperiência da aluna. Assim, considera-se que a situação ideal incluiria a realização das medições por operadores diferentes e preferencialmente experientes, do que resultaria um valor médio.

8. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Actualmente, a avaliação radiográfica das dimensões do coração é ainda uma actividade subjectiva, baseada nos escassos valores de referência publicados para algumas espécies e na pressuposição de que aves mais pequenas possuem corações proporcionalmente maiores, em comparação com aves de maior envergadura. Desta feita, compreende-se a importância da realização de estudos como o aqui apresentado, em especial abordando espécies sobre as quais decorram medidas de conservação, e salienta-se a necessidade de englobar mais famílias de aves em estudos futuros, fornecendo informação clínica sobre as mesmas e contribuindo para a avaliação da validade do referido pressuposto. Neste sentido e com o intuito de promover a comparação com a águia-de-Bonelli, a autora considera que seria interessante a utilização de outras aves de rapina diurnas ibéricas de médio a grande porte, como a águia-real (*Aquila chrysaetos*), a águia-imperial (*Aquila adalberti*) ou a águia-calçada (*Aquila pennata*).

O impacto de diversos factores sobre a avaliação da largura da silhueta cardíaca na imagem radiográfica de uma ave é ainda pouco conhecido, pelo que mais uma vez se impõe a necessidade de execução de projectos nesta área, a fim de determinar, por exemplo, em que extensão a quantidade de gordura pericárdica ou o grau de distensão do tracto digestivo e dos sacos aéreos influenciam as medições (Straub et al., 2002). Paralelamente, a inclusão na amostra de um grupo de animais da mesma espécie com doença cardíaca aprofundará a compreensão do clínico, no que diz respeito às manifestações radiológicas das alterações no sistema cardiovascular, e colaborará para encontrar a melhor abordagem na construção de valores de referência para a silhueta cardíaca em aves.

Não obstante o papel da ecocardiografia na avaliação das dimensões do órgão cardíaco apresentar um notável crescimento, a radiografia não deixará tão cedo de se assumir como o primeiro – e na grande maioria dos casos, como o único – instrumento imagiológico à disposição do médico-veterinário na clínica de animais selvagens. Assim, manter-se-á a pertinência de quaisquer estudos que venham a desenvolver equações e decorrentes valores teóricos normais para determinada espécie, bem como rácios entre a largura ou comprimento da silhueta cardíaca e outras referências anatómicas. Os resultados obtidos no estudo aqui apresentado reforçam a validade das larguras external e torácica, enquanto referências para comparação com a largura da silhueta cardíaca. Por outro lado, a ausência de resultados significativos correlacionando a largura da silhueta cardíaca com a largura da silhueta hepática sugere que esta última não será um bom indicador para avaliação da dimensão do coração. Ainda assim, a inclusão deste parâmetro noutros estudos é recomendável, uma vez que raramente tem sido incluído.

Em suma e apesar de todas as limitações associadas ao presente estudo e atrás explanadas, os valores de referência encontrados para a imagem radiográfica da silhueta cardíaca de águias-de-Bonelli deverão usufruir de utilidade prática, auxiliando de um modo geral a interpretação radiográfica do coração e contribuindo para o estudo aprofundado do caso clínico de indivíduos que ingressem em centros de recuperação e sobre os quais recaia a suspeita de qualquer alteração a nível do sistema cardiovascular.

9. BIBLIOGRAFIA

- Almeida, J. (Coord.), Catry, P., Encarnação, V., Franco, C., Granadeiro, J.P., Lopes, R., Moreira, F., Oliveira, P., Onofre, N., Pacheco, C., Pinto, M., Pitta Groz, M.J., Ramos, J. & Silva, L. (2005). *Hieraaetus fasciatus* Águia-perdigueira, Águia-de-Bonelli. In M.J. Cabral (Coord.), J. Almeida, P.R. Almeida, T. Delinger, N. Ferrand de Almeida, M.E. Oliveira, J. M. Palmeirim, A.I. Queiroz, L. Rogado & M. Santos-Reis (Eds.), *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. (pp. 233-234). Lisboa: Instituto de Conservação da Natureza.
- Arroyo, B., & Ferreiro, E. (1997). EU Action Plans for 8 species: Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*). Madrid.
- Balbotín, J. & Ferrer, M. (2002). Plasma chemistry reference values in free-living Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*) nestlings. *Journal of Raptor Research*, 36(3), 231–235.
- Barbon, A. R., Smith, S. & Forbes, N. (2010). Radiographic evaluation of cardiac size in four falconiform species. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 24(3), 222–226.
- BirdLife International (2004). Detailed species account from Birds in Europe: population estimates trends and conservation status. Acedido em Mar. 27, 2015, disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/Species/BirdsInEuropell/BiE2004Sp3541.pdf>
- BirdLife International. (2013). *Aquila fasciata*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. Acedido em Jun. 21, 2015, disponível em: <http://www.iucnredlist.org/details/22696076/0>
- BirdLife International (2015a). European Red List of Birds: *Aquila fasciata*. Acedido em Jun. 21, 2015, disponível em: http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/Species/erlob/summarypdfs/22696076_aquila_fasciata.pdf
- BirdLife International. (2015b). Species factsheet: *Aquila fasciata*. Acedido em Jun. 21, 2015, disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/speciesfactsheet.php?id=3541>
- Bosch, R., Real, J., Tintó, A., Zozaya, E. L., & Castell, C. (2010). Home-ranges and patterns of spatial use in territorial Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*. *Ibis*, 152(1), 105–117.
- Boyd, J.C. (2010). Defining laboratory reference values and decision limits: populations, intervals, and interpretations. *Asian Journal of Andrology*, 12, 83–90.
- Brandão, R. (2007). *Medicina da conservação: introdução e conceitos básicos*. Gouveia: Centro de Ecologia, Recuperação e Vigilância de Animais Selvagens.
- Burtnick, N.L., Degernes, L.A. (1993). Electrocardiography on fifty-nine anesthetized convalescing raptors. In P.T. Redig, J.E. Cooper, J.D. Remple & D.B. Hunter (Eds.). *Raptor biomedicine*. (pp. 111-121). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Bustamante, J. & Traviani, A. (1994). Effect of keeping plasma frozen at -20°C on the concentration of blood metabolites. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 107A(4), 661-664.

- Campbell, T.W. (1994). Hematology. In B. W. Ritchie, G.J. Harrison & L.R. Harrison (Eds.), *Avian medicine: principles and application*. (pp.176–198). Lake Worth: Wingers Publishing.
- Carbonell, R. & Azcárate, J. M. (2006). El plan del águila perdicera. *Quercus, Especial Castilla y León*, 4–6.
- Carrascal, L. M. & Seoane, J. (2009). Factors affecting large-scale distribution of the Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in Spain. *Ecological Research*, 24, 565–573.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Martínez, E., Sánchez, M. A., & Calvo, J. F. (2002). Factors influencing the decline of a Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* population in southeastern Spain: demography, habitat or competition? *Biodiversity and Conservation*, 11, 975–985.
- Centro de Estudos da Avifauna Ibérica. (2011). *Plano AFTER-LIFE: Conservação das Populações Arborícolas de Águia-de-Bonelli em Portugal*. Portugal: CEAI.
- Coles, B. H. (2007). *Essentials of avian medicine and surgery*. (3rd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (2015). *Appendices I, II and III valid from 5 February 2015*. Acedido em Mar. 27, 2015, disponível em: <http://www.cites.org/eng/app/appendices.php>
- Cooper, J. E. (2002). *Birds of Prey: Health & Disease*. (3rd ed.). Cornwall: Blackwell Science Ltd.
- Decreto-Lei nº 103/80 de 11 de Outubro. *Diário da República nº 236 – I Série*. Ministério dos Negócios Estrangeiros. Lisboa.
- Decreto-Lei nº 95/81 de 23 de Julho. *Diário da República nº 167 – I Série*. Ministério dos Negócios Estrangeiros. Lisboa.
- Del Moral, J.C. (Ed.) (2006). *El águila perdicera en España: Población en 2005 y método de censo*. Madrid: SEO/BirdLife.
- Demerdzhiev, D., Budinski, I., Miltiadou, M., Scher, O., Ponchon, C., Stratis, B., Kastritis, T., Di Vittorio, M., Palma, L., Moleon, M., Boticario, F.J.E., Celada, F.G., López-López, P. & Demirci, B. (Contrs.). (2011). Bonelli's eagle *Aquila fasciata*. In B. Barov & M. Derhé (Comps.), *Review of the implementation of species action plans of threatened birds in the European Union (2004–2010): Final report*. (pp. 70-84). BirdLife International.
- Directiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Novembro de 2009, relativa à conservação das aves selvagens. Bruxelas. Acedido em Mar. 27, 2015, disponível em: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2010.020.01.0007.01.POR
- Dzialowski, E. M. & Crossley, D. A. (2015). The cardiovascular system. In C. G. Scanes (Ed.), *Sturkie's avian physiology* (6th ed.). (pp. 193-284). China: Elsevier Inc.
- Else, J. G. & Pokras, M. A. (2002). Ecological health and change: introduction. In A. A. Aguirre, R. S. Ostfeld, G. M. Tabor, C. House & M. C. Pearl (Eds.), *Conservation*

medicine: ecological health in practice. (pp. 3-7). New York: Oxford University Press, Inc.

Farrow, C. S. (2009). *Veterinary diagnostic imaging: birds, exotic pets and wildlife.* Missouri: Mosby, Elsevier Inc.

Ferguson-Lees, J., Christie, D. A. (2001). *Raptors: birds of prey of the world.* London: Christopher Helm.

Ferreira, A. R. (2011). *Microhabitat factors affecting nest site selection and breeding success of tree-nesting Bonelli's Eagles (Aquila fasciata).* Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. Lisboa: Faculdade de Ciências – Universidade de Lisboa.

Fischer, I., Christen, C., Scharf, G. & Hatt, J. M. (2005). Cardiomegaly in a whooper swan (*Cygnus cygnus*). *Veterinary Record*, 156(6), 178–182.

Friedrichs, K., Barnhart, K., Blanco, J., Freeman, K., Harr, K., Szladovits, B. & Walton, R. (2010). *Guidelines for the determination of reference intervals in veterinary species and other related topics.* ASVCP Quality Assurance and Laboratory Standards Committee (QALS).

Friedrichs, K., Harr, K., Freeman, K., Szladovits, B., Walton, R., Barnhart, K. & Blanco-Chavez, J. (2012). ASVCP reference interval guidelines: determination of de novo reference intervals in veterinary species and other related topics. *Veterinary Clinical Pathology*, 4(41), 441–453.

García, V., Moreno-Opo, R. & Tintó, A. (2013). Sex differentiation of Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in western Europe using morphometrics and plumage colour patterns. *Ardeola*, 60(2), 261–277.

García-Rodríguez, T., Ferrer, M., Recio, F. & Castroviejo, J. (1987). Circadian rhythms of determined blood chemistry values in buzzards and eagle owls. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 88(4), 663–669.

Geffré, A., Friedrichs, K., Harr, K., Concordet, D., Trumel, C. & Braun, J.-P. (2009). Reference values: a review. *Veterinary Clinical Pathology*, 38(3), 288–298.

Ginja, M., Jesus, S. S., Ferreira, A. J. (2008). *Radiologia clínica: fundamentos da técnica radiográfica.* Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Guil, F., Fernández-Olalla, M., Moreno-Opo, R., Mosqueda, I., Gómez, M. E., Aranda, A., Arredondo, A., Guzmán, J., Oria, J., González, L.M. & Margalida, A. (2011). Minimising mortality in endangered raptors due to power lines: the importance of spatial aggregation to optimize the application of mitigation measures. *PLoS One*, 6(11), 1–9.

Haas, D. (1993). Clinical signs and treatment of large birds injured by electrocution. In P.T. Redig, J.E. Cooper, J.D. Remple & D.B. Hunter (Eds.). *Raptor biomedicine.* (pp. 180–183). Minneapolis: University of Minnesota Press.

Hanley, C.S., Murray, H.G., Torrey, S. & Pokras, M.A. (1997). Establishing cardiac measurement standards in three avian species. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 11(1), 15–19.

- Harcourt-Brown, N.H. (1996). Radiology. In P.H. Beynon, N.A. Forbes & N.H. Harcourt-Brown (Eds.), *BSAVA Manual of raptors, pigeons and waterfowl*. (pp. 89-97). Cheltenham: British Small Animal Veterinary Association.
- Heard, D.J. (2000). Avian anesthesia. In G.H. Olsen & S.E. Orosz (Eds.), *Manual of avian medicine*. (pp. 464-492). St. Louis: Mosby.
- Helmer, P. (2006). Advances in diagnostic imaging. In G. Harrison & T. Lightfoot (Eds.), *Clinical Avian Medicine*. (Vol. II, pp. 653–660). Palm Beach: Spix Publishing.
- Hernández-Matías, A., Real, J., Pradel, R., Ravayrol, A., Vincent-Martin, N., Bosca, F., & Cheylan, G. (2010). Determinants of territorial recruitment in Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) Populations. *The Auk*, 127(1), 173–184.
- Hirschberg, R.M. (2008). Anatomy and physiology. In J. Chitty & M. Lierz (Eds.), *BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds*. (pp. 25-41). Gloucester: British Small Animal Veterinary Association.
- Hochleithner, M. (1994). Biochemistries. In B. W. Ritchie, G.J. Harrison & L.R. Harrison (Eds.), *Avian medicine: principles and application*. (pp. 223–245). Lake Worth: Wingers Publishing.
- Iberdrola. (2009). Plan de Conservación del águila perdicera en Castilla y León. Boletim 1, Outubro 2009, 1-9.
- Iezekiel, S., Bakaloudis, D. E., Vlachos, C. G. (2004). The diet of the Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* in Cyprus. In R. D. Chancellor & B.U. Meyburg. (Eds.). *Raptors worldwide*. (pp. 581–587). Budapest: WWGBP/ MME.
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2006). Plano Sectorial da Rede Natura 2000: *Hieraaetus fasciatus*. Fichas de caracterização ecológica e de gestão das espécies de Aves. Lisboa: ICNF.
- IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2014). *Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria: Version 11*. Standards and Petitions Subcommittee. Acedido em Mar. 27, 2015, disponível em: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- Jones, R. (2008). Raptors: systemic and non-infectious diseases. In J. Chitty & M. Lierz (Eds.), *BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds*. (pp. 284-298). Gloucester: British Small Animal Veterinary Association.
- Katayev, A., Balciza, C. & Seccombe, D. W. (2010). Establishing reference intervals for clinical laboratory test results: is there a better way? *American Journal of Clinical Pathology*, 133(2), 180–186.
- Krautwald-Junghanns, M.-E. (2007). Aids to diagnosis. In B.H. Coles, *Essentials of avian medicine and surgery*. (3rd ed.). (pp. 56-102). Oxford: Blackwell Publishing.
- Krautwald-Junghanns, M.-E. & Pees, M. (2009). Imaging techniques. In T. N. Tully, Jr, G. M. Dorrestein & A. K. Jones (Eds.), *Handbook of avian medicine*. (2nd ed.). (pp. 85-100). Edinburgh: Elsevier Ltd.

- Krautwald-Junghanns, M.-E., Pees, M. & Schütterle, N. (2002). Echokardiographische Untersuchungen an unsiedelten Brieftauben (*Columba livia forma domestica*) unter besonderer Berücksichtigung des Trainingszustandes. *Berliner Und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 115, 221–224.
- Life Bonelli. (2012). *Integral recovery of Bonelli's eagle population in Spain*. Acedido em Mar.16, 2015, disponível em: <http://www.lifebonelli.org/index.php/life-bonelli/descrpcion-y-objetivos>.
- Life Bonelli. (2013). *Seminario Life Bonelli: Conclusiones*. Maiorca. Acedido em Set. 9, 2014, disponível em: <http://www.lifebonelli.org/index.php/avances/conclusiones/49-seminario-life-bonelli-mallorca-12-14-de-diciembre-de-2013-conclusiones>.
- López-López, P., García-Ripollés, C., Aguilar, J. M., García-López, F. & Verdejo, J. (2006). Modelling breeding habitat preferences of Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*) in relation to topography, disturbance, climate and land use at different spatial scales. *Journal of Ornithology*, 147, 97–106.
- López-López, P., Maiorano, L., Falcucci, A., Barba, E., Boitani, L. (2011). Hotspots of species richness, threat and endemism for terrestrial vertebrates in SW Europe. *Acta Oecologica*, 37(5), 399–412.
- López-López, P., Sarà, M., & Di Vittorio, M. (2012). Living on the edge: assessing the extinction risk of critically endangered Bonelli's eagle in Italy. *PloS One*, 7(5), 1-10.
- Lumeij, J.T. & Ritchie, B.W. (1994). Cardiology. In B. W. Ritchie, G.J. Harrison & L.R. Harrison (Eds.), *Avian medicine: principles and application*. (pp. 695-722). Lake Worth: Wingers Publishing.
- Lumeij, J. T., Shaik, M. A. S. & Ali, M. (2011). Radiographic reference limits for cardiac width in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(11), 1459–1463.
- Machida, N. & Aohagi, Y. (2001). Electrocardiography, heart rates, and heart weights of free-living birds. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 32(1), 47–54.
- Macwhirter, P. (2009). Basic anatomy, physiology and nutrition. In T. N. Tully, Jr, G. M. Dorrestein & A. K. Jones (Eds.), *Handbook of avian medicine*. (2nd ed.). (pp. 30-55). Edinburgh: Elsevier Ltd.
- Madroño, A., González, C. & Atienza, J. C. (Eds.) (2004). *Libro rojo de las aves de España*. Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife.
- Martínez, J. E., Zuberogoitia, I., Gómez, G., Escarabajal, J. M., Cerezo, E., Jiménez-Franco, M. V. & Calvo, J. F. (2013). Attack success in Bonelli's eagle *Aquila fasciata*. *Ornis Fennica*, 90, 1–12.
- McMillan, M.C. (1994). Imaging techniques. In B. W. Ritchie, G.J. Harrison & L.R. Harrison (Eds.), *Avian medicine: principles and application*. (pp. 246-249). Lake Worth: Wingers Publishing.
- Mira, S., Wolff, K. & Cancela, M. L. (2005). Isolation and characterization of microsatellite markers in Bonelli's eagle (*Hieraaetus fasciatus*). *Molecular Ecology Notes*, 5(3), 493–495.

- Moleón, M. (2007). *Interacciones ecológicas entre depredadores y presas: águilas perdiceras, conejos y perdices*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Moleón, M., Gil-Sánchez, J. M., Real, J., Sánchez-Zapata, J. A., Bautista, J. & Sánchez-Clemot, J. F. (2007). Non-breeding feeding ecology of territorial Bonelli's eagles *Hieraaetus fasciatus* in the Iberian Peninsula. *Ardeola*, 54(1), 135–143.
- Moleón, M., Sánchez-Zapata, J. A., Gil-Sánchez, J. M., Barea-Azcón, J. M., Ballesteros-Duperón, E., & Virgós, E. (2011). Laying the foundations for a human-predator conflict solution: assessing the impact of Bonelli's eagle on rabbits and partridges. *PloS One*, 6(7), 1–8.
- Moleón, M., Sánchez-Zapata, J. A., Real, J., García-Charton, J. A., Gil-Sánchez, J. M., Palma, L., Bautista, J. & Bayle, P. (2009). Large-scale spatio-temporal shifts in the diet of a predator mediated by an emerging infectious disease of its main prey. *Journal of Biogeography*, 36(8), 1502–1515.
- Moleón, M., Sebastián-González, E., Sánchez-Zapata, J. A., Real, J., Pires, M. M., Gil-Sánchez, J. M., Bautista, J., Palma, L., Bayle, P., Guimaraes, P. R., Beja, P. (2012). Changes in intrapopulation resource use patterns of an endangered raptor in response to a disease mediated crash in prey abundance. *Journal of Animal Ecology*, 81 (6), 1154-1160.
- Muñoz, A. R., Márquez, A. L. & Real, R. (2013). Updating known distribution models for forecasting climate change impact on endangered species. *PLoS One*, 8(6), 1–9.
- Muñoz, A. R., Real, R., Barbosa, A.M. & Vargas, J.M. (2005). Modelling the distribution of Bonelli's eagle in Spain: implications for conservation planning. *Diversity and Distributions*, 11, 477–486.
- Negro, J. J., Sarasola, J. H. & Barclay, J. H. (2007). Augmenting wild populations and food resources. In D. M. Bird & K. L. Bildstein (Eds.), *Raptor: research and management techniques*. (pp 401-410). China: Hancock House Publishers.
- O'Malley, B. (2005). *Clinical anatomy and physiology of exotic species*. Germany: Saunders Elsevier.
- Ontiveros, D. (2014). Águila perdicera: *Aquila fasciata*. In A. Salvador & M.B. Morales (Eds.) *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Acedido em Mar. 18, 2015, disponível em: <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Ontiveros, D. & Pleguezuelos, J. M. (2003). Physical, environmental and human factors influencing productivity in Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* in Granada (SE Spain). *Biodiversity and Conservation*, 12, 1193–1203.
- Ontiveros, D., Pleguezuelos, J., & Caro, J. (2005). Prey density, prey detectability and food habits: the case of Bonelli's eagle and the conservation measures. *Biological Conservation*, 123(1), 19–25.
- Palma, L. (2008). *Conservação de populações arborícolas de águia-de-Bonelli em Portugal: Projecto LIFE-Natureza: LIFE06 NAT/P/000194 "Tree Nesting Bonelli's Eagle"*. Évora: CEAL.

- Palma, L., Beja, P., Pais, M., & Cancela Da Fonseca, L. (2006). Why do raptors take domestic prey? The case of Bonelli's eagles and pigeons. *Journal of Applied Ecology*, 43(6), 1075–1086.
- Palma, L., Mira, S., Cardia, P., Beja, P., Guillemaud, T., Ferrand, N., Cancela, M. L. & Cancela da Fonseca, L. (2001). Sexing Bonelli's eagle nestlings: Morphometrics versus molecular techniques. *Journal of Raptor Research*, 35(3), 187–193.
- Palma, L. Onofre, N. Pombal, E. (1999). Revised distribution and status of diurnal birds of prey in Portugal. *Avocetta*, 23(2), 3–18.
- Pees, M. (2008). Radiography. In J. Chitty & M. Lierz (Eds.), *BSAVA Manual of raptors, pigeons and passerine birds*. (pp. 114-120). Gloucester: British Small Animal Veterinary Association.
- Pees, M. & Krautwald-Junghanns, M.-E. (2009). *Cardiovascular Physiology and Diseases of Pet Birds*. Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice, 12(1), 81–97.
- Pees, M., Krautwald-Junghanns, M.-E. & Straub, J. (2006). Evaluating and treating the cardiovascular system. In G. Harrison & T. Lightfoot (Eds.), *Clinical avian medicine*. (Vol. I, pp. 379-394). Palm Beach: Spix Publishing.
- Pees, M., Straub, J. & Krautwald-Junghanns, M.-E. (2004). Echocardiographic examinations of 60 African grey parrots and 30 other psittacine birds. *Veterinary Record*, 155(3), 73–76.
- Pérez-García, J. M., Margalida, A., Afonso, I., Ferreira, E., Gardiazábal, A., Botella, F., & Sánchez-Zapata, J. A. (2012). Interannual home range variation, territoriality and overlap in breeding Bonelli's Eagles (*Aquila fasciata*) tracked by GPS satellite telemetry. *Journal of Ornithology*, 154(1), 63–71.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Acedido em Dez. 3, 2014, disponível em: <http://www.R-project.org/>
- Ramonet, F. F. (2014). El águila perdicera en Cataluña: pasado, presente y futuro. *Biol. on-line*, 3 (1), 1–21.
- Real, J. (2003). Águila-azor perdicera, *Hieraaetus fasciatus*. In R. Martí & J. C. Del Moral (Eds.), *Atlas de las aves reproductoras de España*. (pp.192-193). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife.
- Real, J. (2004). Águila-azor perdicera, *Hieraaetus fasciatus*. In A. Madroño, C. González & J.C. Atienza (Eds.), *Libro rojo de aves de España*. (154-157). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife.
- Real, J., Hernández-Matías, A. (2012). Águila perdicera, *Aquila fasciata*. In J. C. Del Moral, B. Molina, A. Bermejo, D. Palomino (Eds.), *Atlas de las aves en invierno en España 2007-2010*. (pp. 190-191). Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/BirdLife.
- Real, J. & Mañosa, S. (2001). Dispersal of juvenile and immature Bonelli's eagles in Northeastern Spain. *Journal of Raptor Research*, 35(1), 9–14.

- Resano, J., Hernández-Matías, A., Real, J. & Parés, F. (2011). Using stable isotopes to determine dietary patterns in Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) nestlings. *Journal of Raptor Research*, 45(4), 342–352.
- Resano-Mayor, J., Hernández-Matías, A., Real, J., Moleón, M., Parés, F., Inger, R., & Bearhop, S. (2014). Multi-scale effects of nestling diet on breeding performance in a terrestrial top predator inferred from stable isotope analysis. *PloS One*, 9(4), 1–11.
- Rettmer, H., Deb, A., Watson, R., Hatt, J.-M. & Hammer, S. (2011). Radiographic measurement of internal organs in Spix's macaws (*Cyanopsitta spixii*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 25(4), 254–258.
- Ritchie, B.W., Harrison, G.J. & Harrison, L.R. (1994). *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing.
- Rollan, À., Real, J., Bosch, R., Tintó, A., & Hernández-Matías, A. (2010). Modelling the risk of collision with power lines in Bonelli's eagle *Hieraaetus fasciatus* and its conservation implications. *Bird Conservation International*, 20(3), 279–294.
- Romagnano, A. & Love, N.E. (2000). Imaging Interpretation. In G.H. Olsen & S.E. Orosz (Eds.), *Manual of avian medicine*. (pp. 391-423). St. Louis: Mosby.
- Samour, J.H. (2006). Management of raptors. In G. Harrison & T. Lightfoot (Eds.), *Clinical Avian Medicine*. (Vol. II, pp. 915–956). Palm Beach: Spix Publishing.
- Samour, J. H. & Naldo, J. L. (2007). *Anatomical and clinical radiology of birds of prey*. Spain: Saunders, Elsevier Inc.
- Silverman, S., & Tell, L. A. (2010). *Radiology of birds: An atlas of normal anatomy and positioning*. Missouri: Saunders, Elsevier Inc.
- Soulé, M. (2002). Foreword: giant moths and doing no harm. In A. A. Aguirre, R. S. Ostfeld, G. M. Tabor, C. House & M. C. Pearl (Eds.), *Conservation medicine: ecological health in practice*. New York: Oxford University Press, Inc.
- Soutullo, A., López-López, P. & Urios, V. (2008). Incorporating spatial structure and stochasticity in endangered Bonelli's eagle's population models: implications for conservation and management. *Biological Conservation*, 141, 1013–1020.
- Straub, J., Pees, M. & Krautwald-Junghanns, M.-E. (2002). Measurement of the cardiac silhouette in psittacines. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(1), 76–79.
- Strunk, A. & Wilson, G. H. (2003). Avian cardiology. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, 6(1), 1–28.
- Svensson, L., Mullarney, K. & Zetterström, D. (2009). *Collins Bird Guide*. (2nd ed.). (pp.100-101). London: HarperCollins, London.
- Tabor, G. M. (2002). Defining conservation medicine. In A. A. Aguirre, R. S. Ostfeld, G. M. Tabor, C. House & M. C. Pearl (Eds.), *Conservation medicine: ecological health in practice*. (pp. 8-16). New York: Oxford University Press, Inc.

- Talavera, J., Guzmán, M. J., Fernández del Palacio, M. J., Albert, A. P. & Bayón, A. (2008). The normal electrocardiogram of four species of conscious raptors. *Research in Veterinary Science*, 84(1), 119–125.
- Velayati, M., Mirshahi, A., Razmyar, J. & Azizzadeh, M. (2015). Radiographic reference limits for cardiac width of budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 46(1), 34–38.
- Vincent-Martin, N. & Ponchon, C. (2013). Quelques éléments pour l'aide à l'identification de l'âge des Aigles de Bonelli *Aquila fasciata* (Vieillot, 1822). *Nature de Provence - Revue Du CEN PACA*, 2, 71–78.
- Vink-Nooteboom, M., Schoemaker, N. J., Kik, M. J., Lumeij, J. T. & Wolvekamp, W. T. (1998). Clinical diagnosis of aneurysm of the right coronary artery in a white cockatoo (*Cacatua alba*). *The Journal of Small Animal Practice*, 39(11), 533–537.

10. ANEXOS

Anexo 1 – Ficha da espécie da Lista Vermelha Europeia da IUCN (versão 3.1) (Birdlife International, 2015a)

***Aquila fasciata* -- (Vieillot, 1822)**

ANIMALIA -- CHORDATA -- AVES -- ACCIPITRIFORMES -- ACCIPITRIDAE

Common names: Bonelli's Eagle; Aigle de Bonelli

European Red List Assessment

European Red List Status
NT -- Near Threatened, (IUCN version 3.1)

Assessment Information

Year published:	2015
Date assessed:	2015-03-31
Assessor(s):	BirdLife International
Reviewer(s):	Symes, A.
Compiler(s):	Ashpole, J., Burfield, I., Ieronymidou, C., Pople, R., Wheatley, H. & Wright, L.

Assessment Rationale

European regional assessment: Near Threatened (NT)

EU27 regional assessment: Near Threatened (NT)

This eagle underwent moderately rapid population declines in Spain, which holds c.66% of the European population, during the past three generations (54 years). These declines appear to have stabilised but the species nevertheless warrants classification as Near Threatened within Europe and the EU27.

Occurrence

Countries/Territories of Occurrence

Native:

Albania; Bosnia and Herzegovina; Bulgaria; Croatia; Cyprus; France; Georgia; Greece; Italy; Macedonia, the former Yugoslav Republic of; Montenegro; Portugal; Serbia; Spain; Turkey; Gibraltar (to UK)

Origin Uncertain:

Azerbaijan

Vagrant:

Austria; Belgium; Czech Republic; Denmark; Germany; Hungary; Luxembourg; Netherlands; Romania; Slovakia; Canary Is. (to ES); Sweden

Population

The European population is estimated at 1,100-1,200 pairs, which equates to 2,100-2,400 mature individuals. The population in the EU27 is estimated at 1,100-1,200 pairs, which equates to 2,100-2,300 mature individuals. For details of national estimates, see [Supplementary PDF](#).

Trend

In Europe and the EU27 the population size is currently stable, but it is estimated to have decreased in the past at a rate approaching 30% in 54 years (three generations). For details of national estimates, see [Supplementary PDF](#).

Habitats and Ecology

The species occupies garrigue, maquis, rocky habitats and pine and evergreen forests alternated with small dry fields of low intensity farming from sea level to 1,500 m (Tucker and Heath 1994, Hagemeyer and Blair 1997). Juveniles often occupy areas near large water bodies (Ferguson-Lees and Christie 2001). In the Mediterranean region egg-laying occurs mainly from February to mid-March (Orta et al. 2013). The nest is up to 2 m in diameter, composed of sticks and located on remote cliff ledges or in a large tree. The nest is re-used in successive years (Ferguson-Lees and Christie 2001) and pairs will often have several nests. Clutch size is normally one or two eggs but very occasionally three (Orta et al. 2013). The eagle's prey principally comprises of small or medium-sized birds, but it will also take mammals, some reptiles, insects and rarely, carrion (Ferguson-Lees and Christie 2001). The species is resident throughout its range, although juveniles will disperse up to 200 km and individuals occasionally wander further afield and pass through key migration routes (Shirihai et al. 2000, Ferguson-Lees and Christie 2001).

Habitats & Altitude		
Habitat (level 1 - level 2)	Importance	Occurrence
Artificial/Terrestrial - Pastureland	suitable	resident
Forest - Temperate	suitable	resident
Grassland - Subtropical/Tropical Dry	suitable	non-breeding
Grassland - Temperate	suitable	resident
Rocky areas (eg. inland cliffs, mountain peaks)	suitable	resident
Shrubland - Mediterranean-type Shrubby Vegetation	suitable	resident
Wetlands (inland) - Bogs, Marshes, Swamps, Fens, Peatlands	suitable	non-breeding
Wetlands (inland) - Permanent Freshwater Lakes (over ha)	suitable	non-breeding
Altitude	0-1500 m	Occasional altitudinal limits

Threats

Since the 1950s the species has declined throughout its range. It was affected by pesticide use in the mid-20th Century and since then populations have not recovered to their pre-organochlorine levels. The species is persecuted by hunters and pigeon-fanciers in the west of its range and juveniles suffer high mortality from collisions with power lines (Rollan et al. 2010). Declining prey availability, increasing human disturbance and poaching at nest sites, and agricultural intensification are thought to be key factors in the species's decline (Ferguson-Lees and Christie 2001, Orta et al. 2013).

Threats & Impacts					
Threat (level 1)	Threat (level 2)	Impact and Stresses			
Agriculture & aquaculture	Agro-industry farming	Timing	Scope	Severity	Impact
		Ongoing	Majority (50-90%)	Slow, Significant Declines	Medium Impact
		Stresses			
		Ecosystem conversion; Ecosystem degradation			
Biological resource use	Hunting & trapping terrestrial animals (intentional use - species is the target)	Timing	Scope	Severity	Impact
		Ongoing	Minority (<50%)	Slow, Significant Declines	Low Impact
		Stresses			
		Species mortality			
Pollution	Herbicides and pesticides	Timing	Scope	Severity	Impact
		Past, Unlikely to Return	Whole (>90%)	Rapid Declines	Past Impact
		Stresses			
		Species mortality			
Transportation & service corridors	Utility & service lines	Timing	Scope	Severity	Impact
		Ongoing	Majority (50-90%)	Slow, Significant Declines	Medium Impact
		Stresses			
		Species mortality			

Conservation Actions Underway

CMS Appendix II. CITES Appendix II. EU Birds Directive Annex I. Bern Convention Appendix II. In France most nests are warded during the breeding season and in southern France and Catalonia artificial food sources have been successfully provided for some breeding pairs. Research on species demography including juvenile dispersal, mortality and adult recruitment has been undertaken in eastern Spain and southern France (Tucker and Heath 1994).

Conservation Actions Proposed

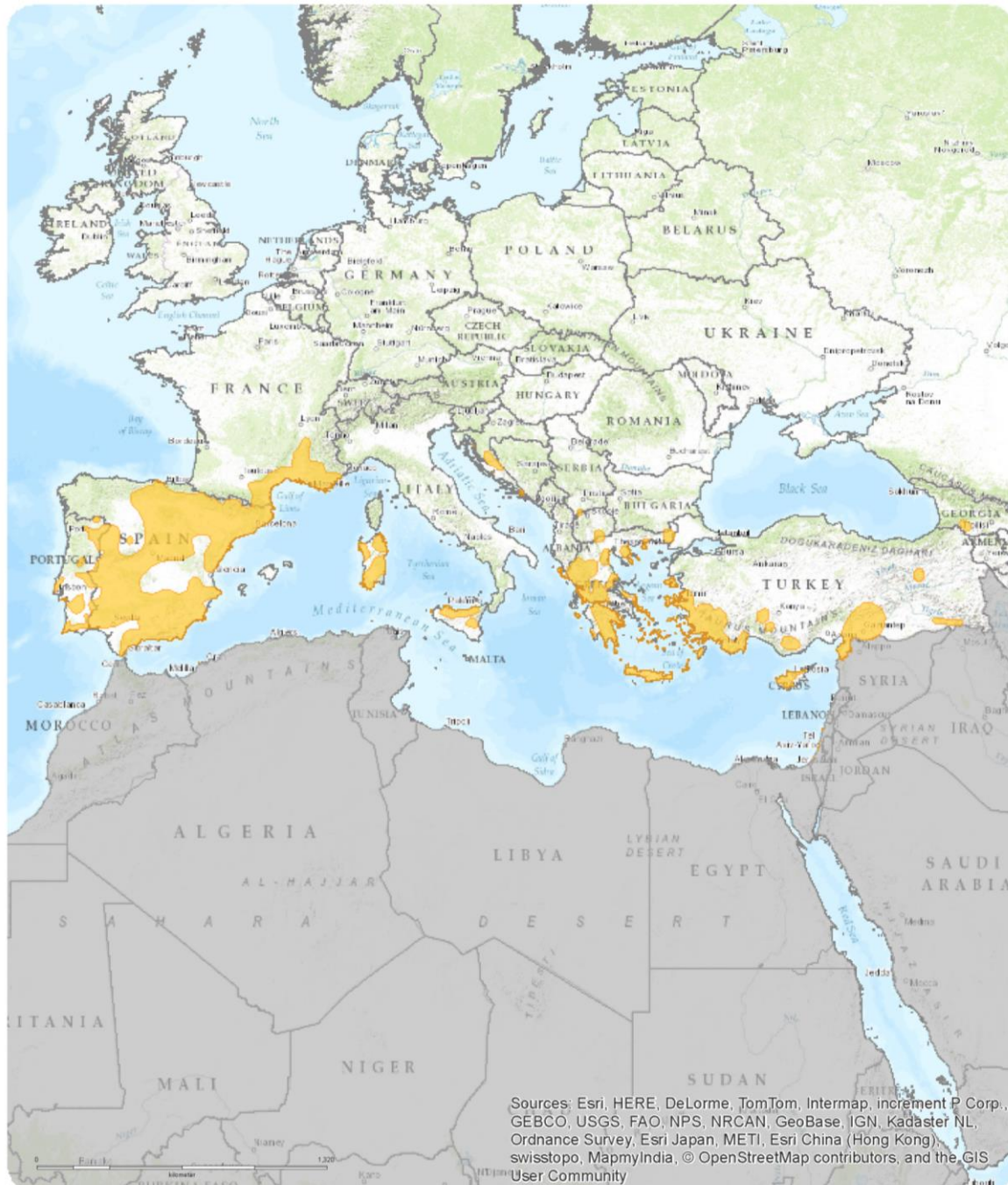
The implementation of access restrictions and legal habitat protection is required in nesting areas to avoid disturbance and habitat destruction. Dangerous electricity pylons should be modified or buried. Game crops should be used to enhance prey populations, extensive pastoral farming should be maintained and hedges bordering fields preserved. These measures could be promoted in the EU under agri-environmental regulation. In addition, undertaking education campaigns with the active involvement of hunting associations and the continuation of research and monitoring, extending into Portugal and eastern Mediterranean countries would help preserve the species (Tucker and Heath 1994).

Bibliography

- Ferguson-Lees, J. and Christie, D.A. 2001. *Raptors of the world*. Christopher Helm, London.
- Hagemeijer, W.J.M. & Blair, M.J. 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance*. T & A D Poyser, London.
- Orta, J., Kirwan, G.M., Christie, D.A. & Boesman, P. 2013. Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.) 2013. *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved from <http://www.hbw.com/node/53165> on 21 January 2015).
- Rollan, A.; Real, J.; Bosch, R.; Tinto, A.; Hernandez-Matias, A. 2010. Modelling the risk of collision with power lines in Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* and its conservation implication. *Bird Conservation International* 20(3): 279-294.
- Shirihai, H., Yosef, R., Alon, D., Kirwan, G. M. and Spaar, R. 2000. *Raptor migration in Israel and the Middle East: a summary of 30 years of field research*. International Birding and Research Center in Eilat, Eilat, Israel.
- Tucker, G.M. and Heath, M.F. 1994. *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife Conservation Series no. 3, BirdLife International, Cambridge.

Map (see overleaf)

European Regional Assessment



Aquila fasciata

Range

Extant (resident)

Citation:
BirdLife International (2015)
European Red List of Birds



European
Commission

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply any official endorsement, acceptance or opinion by IUCN.

Anexo 2 – Medições obtidas, em mm, na imagem radiográfica de todos os indivíduos do estudo (numerados de 1 a 20), incluindo largura da silhueta cardíaca, esterno, tórax, coracóide e silhueta hepática.

Nº do indivíduo	Largura do coração (mm)	Largura do esterno (mm)	Largura do tórax (mm)	Largura do coracóide (mm)	Largura do fígado (mm)
1	36,00	40,00	68,00	6,00	42,00
2	38,00	42,00	71,00	5,50	40,00
3	39,00	45,50	77,00	6,50	47,00
4	41,00	47,50	76,00	7,00	48,00
5	35,00	40,00	69,00	6,00	39,00
6	35,00	41,00	66,00	7,00	43,00
7	33,00	39,00	64,00	6,00	40,00
8	38,00	44,50	73,00	6,00	40,00
9	37,50	41,00	68,00	6,00	38,00
10	37,80	45,00	75,00	7,00	40,00
11	36,00	40,00	69,00	5,50	39,00
12	36,00	42,00	68,50	6,00	44,00
13	40,00	44,00	73,00	6,50	43,00
14	40,50	47,00	75,00	7,00	45,00
15	39,00	43,50	69,00	7,00	43,00
16	36,20	43,50	75,00	6,50	47,00
17	37,00	46,50	75,00	6,50	45,00
18	39,00	46,00	80,00	7,00	43,00
19	36,00	41,50	64,00	6,00	44,00
20	41,00	46,50	74,00	7,00	41,00

Anexo 3 – Rácios obtidos entre a largura da silhueta cardíaca e a largura do esterno, do tórax, do coracóide e da silhueta hepática, para cada um dos indivíduos do estudo (numerados de 1 a 20).

Nº do indivíduo	LSC / LE	LSC / LT	LSC / LCo	LSC / LSH
1	0,90	0,53	6,00	0,86
2	0,90	0,54	6,91	0,95
3	0,86	0,51	6,00	0,83
4	0,86	0,54	5,86	0,85
5	0,88	0,51	5,83	0,90
6	0,85	0,53	5,00	0,81
7	0,85	0,52	5,50	0,83
8	0,85	0,52	6,33	0,95
9	0,91	0,55	6,25	0,99
10	0,84	0,50	5,40	0,95
11	0,90	0,52	6,55	0,92
12	0,86	0,53	6,00	0,82
13	0,91	0,55	6,15	0,93
14	0,86	0,54	5,79	0,90
15	0,90	0,57	5,57	0,91
16	0,83	0,48	5,57	0,77
17	0,80	0,49	5,69	0,82
18	0,85	0,49	5,57	0,91
19	0,87	0,56	6,00	0,82
20	0,88	0,55	5,86	1,00

LSC / LE = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Esterno; LSC / LT = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Tórax; LSC / LCo = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Coracóide; LSC / LSH = rácio entre a Largura da Silhueta Cardíaca e a Largura do Silhueta Hepática.